



**CEPPE**

**Centro de Pós-Graduação e Pesquisa**

**MESTRADO EM ANÁLISE GEOAMBIENTAL**

**EDJOEL CARVALHO VEIGA**

**TAFOFLORA PALEÓGENA DA FORMAÇÃO TREMEMBÉ,  
OCORRÊNCIA EM AFLORAMENTO DO KM 11 DA RODOVIA SP -  
123, MUNICÍPIO DE TAUBATÉ, BACIA SEDIMENTAR DE TAUBATÉ,  
BRASIL**

**Guarulhos  
2009**

**EDJOEL CARVALHO VEIGA**

**TAFOFLORA PALEÓGENA DA FORMAÇÃO TREMEMBÉ,  
OCORRÊNCIA EM AFLORAMENTO DO KM 11 DA RODOVIA SP -  
123, MUNICÍPIO DE TAUBATÉ, BACIA SEDIMENTAR DE TAUBATÉ,  
BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Guarulhos,  
como pré-requisito para obtenção do grau de Mestre  
em Análise Geoambiental, na Subárea: Indicadores de  
Transformações Ambientais.

Orientadora:

Profa. Dra. Mary E. C. Bernardes – de – Oliveira

**Guarulhos  
2009**

Carvalho-Veiga, Edjoel

**TAFOFLORA PALEÓGENA DA FORMAÇÃO TREMEMBÉ, OCORRÊNCIA EM AFLORAMENTO DO KM 11 DA RODOVIA SP - 123 MUNICÍPIO DE TAUBATÉ, BACIA SEDIMENTAR DE TAUBATÉ, BRASIL. / Edjoel Carvalho**

Veiga. Guarulhos, 2009, 177p.

Dissertação para a obtenção do título de Mestre em Análise Geoambiental – Universidade Guarulhos (UnG), Centro de Pós-Graduação e Pesquisa (CEPPE), 2009

Orientadora: Profa. Dra. Mary E. C. Bernardes-de-Oliveira

Palavras chave: 1. Paleobotânica 2. Paleógeno 3. Bacia de Taubaté 4. Formação Tremembé 5. Taoflora

**A Comissão Julgadora da Dissertação para MESTRADO, intitulado “TAFOFLORA PALEÓGENA DA FORMAÇÃO TREMEMBÉ, OCORRÊNCIA EM AFLORAMENTO DO KM 11 DA RODOVIA SP – 123, MUNICÍPIO DE TAUBATÉ, BACIA SEDIMENTAR DE TAUBATÉ, BRASIL.”, em sessão pública realizada em 25/08/2009 considerou o candidato EDJOEL CARVALHO VEIGA APROVADO.**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

1. Professora Doutora Mary Elizabeth Cerruti Bernardes-de-Oliveira
2. Professora Doutora Maria Judite Garcia
3. Professor Doutor Paulo Roberto dos Santos

**Guarulhos, SP, 25/08/2009**

### Dedicatória

*“Mas Tu, Senhor, és um escudo para mim, a minha glória, e O que exalta a minha cabeça”*. (Salmos 3:3)

Dedico este trabalho à minha querida mãe Manoella Carvalho Veiga, que me ensinou e ensina muito mais do que possa supor; a meu inesquecível pai Ramiro de Souza Veiga *in memoriam*; à minha amada esposa Regilane Maria Dias Veiga, que sempre me apóia, incondicionalmente; ao meu querido filho Jonas Dias Veiga, que é sempre o motivo para tornar-me um exemplo a ser seguido; à minha dedicada orientadora Professora Doutora Mary Elizabeth Cerruti Bernardes-de-Oliveira, por sua paciência e perseverança para trazer-me à luz da ciência; aos meus estimados irmãos Edinoel, Ednalva e Edilene pelo estímulo nos momentos de desânimo; aos meus colegas de trabalho, que foram delicados nos meus instantes de descontrole; ao povo de São Paulo que me propiciou o apoio financeiro necessário à elaboração deste trabalho, com seus tributos recolhidos aos cofres do Estado.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas do Estado de São Paulo, que através do Programa de Bolsa Mestrado, amparado no Decreto nº 48298, de 03 de dezembro de 2003 e na Resolução SE 131, de 04/12/2003 e Resolução SE 105, de 01/12/2004, possibilitou, financeiramente, o desenvolvimento desse trabalho.

À Universidade Guarulhos (UnG), instituição que não só me deu a formação acadêmica, como a oportunidade de avançar rumo ao crescimento científico e profissional.

À Profa. Dra. Mary E C Bernardes-de-Oliveira, pela competente orientação e colaboração em todos os momentos.

Aos professores do Mestrado Acadêmico em Análise Geoambiental do Centro de Pesquisa e Pós-graduação da UnG, na pessoa de seu coordenador, Professor Doutor Antônio Roberto Saad, pelos ensinamentos transmitidos, pelo exemplo profissional e pela amizade constante.

Ao Laboratório de Geociências, na pessoa de sua chefia, Professora Dra. Maria Judite Garcia pela amável recepção nesse ambiente de pesquisa, bem como de seus prestativos funcionários, que muito auxiliaram na execução das minhas atividades laboratoriais, durante esse período.

Aos meus colegas de curso e companheiros de trabalho pelo apoio e amizade, muito necessários para minimizar as agruras dos momentos difíceis, durante o desenvolvimento de minhas pesquisas.

À minha família pelo carinho e pela compreensão nas longas ausências e nos momentos de estresse.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram para que se tornasse realidade esta empreitada.

*"A natureza, para ser comandada, precisa ser obedecida."*

Francis Bacon

## RESUMO

O presente documento tem por finalidade apresentar o estudo paleobotânico de uma taoflora procedente da Formação Tremembé. A Formação Tremembé, designação litoestratigráfica de sedimentos do sistema lacustre da bacia de Taubaté, é constituída de argilitos verdes maciços, ritmitos de folhelhos e margas, dolomitos e arenitos. Os folhelhos castanhos a cinza escuros são, localmente, pirobetuminosos ou papiráceos e registram a presença de uma taoflora composta de restos filicofíticos, gimnospérmicos e angiospérmicos autóctones e alóctones a um paleolago. Seus macrofitofósseis constituem-se de folhas e caules preservados como impressões e carbonizações. São datados como oligocenos com base em sua palinologia e vertebrados. Vários afloramentos da porção superior dessa Formação exibem níveis fitofossilíferos, espalhados por muitos pontos da bacia, principalmente na área dos municípios de Taubaté e Tremembé (SP). O Jazigo Quiririm - Campos do Jordão, no km 11 da Rodovia SP-123, Distrito de Quiririm, Município de Taubaté, SP, corresponde à mais importante ocorrência fitofossilífera paleógena brasileira, graças à sua diversidade taxonômica e excelente preservação. Sua composição, até agora incipientemente conhecida (com registro informal de: *Schizaceae*, *Salvinaceae*, *Typha tremembensis*, *aff. Segueria alvarengai*, *aff. Plenckia*, *aff. Macherium*, *aff. Aeschynomene*, *aff. Copaifera* e Malvales), começa a ser analisada morfográfica e taxonomicamente, de forma mais detalhada nesse trabalho identificando-se e descrevendo-se os seguintes componentes: *Typha tremembensis* Duarte e Mandarim de Lacerda; *Nelumbo anaflorae* sp. nova; *Nelumbo saadi* sp. nova; *Copaifera leliae* sp. nova; *Caesalpinia* cf *Caesalpinia echinataformis* Berry; *Cassia mezzalirae* sp. nova; *Cassia suguioi* sp. nova; *Stryphnodendron juditeae* sp. nova; *Serjania lancifolia* Fittipaldi, Simões, Giulietti, Pirani; *Serjania itaquaquecetubensis* Fittipaldi, Simões, Giulietti e Pirani e *Allophylus* sp. A paleoflora Tremembé estaria, com base em estudos palinológicos prévios, submetida a um clima subtropical de verão úmido, constituindo uma provável floresta estacional de semidecíduas. Os componentes detectados nessa dissertação indicam que ao redor do paleolago de Tremembé havia uma associação de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista e que Nelumbonaceas flutuariam sobre suas águas. Em meio a tifáceas nidificariam suas aves, tartarugas etc...

**Palavras chave:** Paleobotânica. Paleógeno. Bacia de Taubaté. Formação Tremembé. Taoflora Cenozóica. Brasil.



## ABSTRACT

The present document has for purpose to present the development of paleobotanical study of a taphoflora of the Tremembé Formation. The Tremembé Formation, lithostratigraphic designation of sediments of the system lacustrine of the Taubaté basin, is constituted of solid green mudstones, rhythmites of shale and loam, dolomites and sandstones. The ashy to brownish shale are, locally, pyrobituminous or papyraceous and they register the presence of a taphoflora composed of ferns, gymnosperms and angiosperms autochthonous and allochthonous remains of a paleolake. Their macrofossils plants are leaves and stems preserved as impressions and/or incarbonizations. They are dated as Oligocene based in their palynomorphs and vertebrates contents. Several outcroppings of the upper portion of that Formation exhibit plant fossils levels, dispersed for many points of the basin, mainly in the area of the counties district of Taubaté and Tremembé (SP). The Quiririm-Campos do Jordão paleontological site, on the km 11, District of Quiririm, Municipal district of Taubaté, SP, corresponds to the most important Brazilian Paleogene fossil plants occurrence due to its taxonomic diversity and excellent preservation. Its composition, hitherto incipiently known by the informal registration of: Schizaceae, Salvinaceae, *Typha tremembensis*, aff. *Seguieria alvarengai*, aff. *Plenckia*, aff. *Macherium*, aff. *Aeschynomene*, aff. *Copaifera* and Malvales, begins to be morphographic and taxonomic more accurate analyzed, in this work, with identification and description of the following components: *Typha tremembensis* Duarte; Mandarin of Lacerda; *Nelumbo anaflorae* sp. n.; *Nelumbo saadi* sp. n.; *Copaifera leliae* sp. n.; *Caesalpinia* cf *Caesalpinia echinataformis* Berry; *Cassia mezzalirae* sp. n.; *Cassia suguioi* sp. n.; *Stryphnodendron juditeae* sp. n.; *Serjania lancifolia* Fittipaldi, Simões, Giulietti and Pirani; *Serjania itaquaquecetubensis* Fittipaldi, Simões, Giulietti and Pirani and *Allophylus* sp. The Tremembé paleoflora would be, according to previous palynological studies, submitted to a subtropical climate of humid summer, constituting a probable seasonal semideciduous forest. The floristic components detected in this dissertation could indicate that around the paleolake of Tremembé there was an association of dense rain forest (Atlantic Forest) and mixed humid forest ( Araucária forest) and Nelumbonaceae would float on the lake waters. On the border of the lake, among typhaceous aggregations, would nest birds, turtles etc...

**Key-words:** Palaeobotany. Paleogene. Taubaté Basin. Tremembé Formation. Cenozoic Taphoflora. Brazil.

## ÍNDICE ANALÍTICO

	DEDICATÓRIA -----	V
	AGRADECIMENTOS -----	Vi
	EPÍGRAFE -----	vii
	RESUMO e PALAVRAS-CHAVE -----	viii
	ABSTRACT and KEY- WORDS -----	Ix
	ÍNDICE ANALÍTICO -----	X
	ÍNDICE DE FIGURAS -----	xiii
1	CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO: OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA -----	01
1.1	Generalidades -----	01
1.2	Objetivos e Justificativa -----	02
2	CAPÍTULO 2 – CONTEXTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DA ÁREA DE PROCEDÊNCIA DOS FITOFÓSSEIS ESTUDADOS-----	03
2.1	Aspectos Geográficos e Localização -----	03
2.2	Aspectos Geológicos -----	04
2.3	Aspectos Paleontológicos da Formação Tremembé exceto Paleobotânicos ---	08
3	CAPÍTULO 3 – ESTADO D’ARTE DO CONHECIMENTO PALEOBOTÂNICO DA FORMAÇÃO TREMEMBÉ -----	13
3.1	Contexto Paleógeno Brasileiro da Flora Tremembé -----	13
3.1.1	Conceito de Paleógeno -----	13
3.2	Considerações gerais sobre a flora paleógena com ênfase sobre o território brasileiro -----	14
3.3	Conhecimentos Prévios da Taoflora de Tremembé -----	20
3.3.1	Taoflora de Quiririm -----	24
4	CAPÍTULO 4 - MÉTODOS PALEOBOTÂNICOS E MATERIAL ESTUDADO -----	30
4.1	Fundamentos Teóricos dos Métodos de Estudos Paleobotânicos -----	30
4.1.1	Métodos Tafonômicos -----	30
4.1.2	Métodos Fisiognômicos Foliares -----	32
4.2	Material Estudado -----	32
4.3	Métodos Utilizados no Estudo -----	35

4.3.1	Métodos de Campo -----	35
4.3.2	Métodos de Laboratório -----	36
4.3.2.1	Métodos de Análise Morfológica -----	36
4.3.3	Métodos de Gabinete -----	54
5	CAPÍTULO 5 – DADOS OBTIDOS NA ANÁLISE MORFOGRÁFICA DA TAFOFLORA QUIRIRIM -----	58
5.1	Resultado da Análise foliar quanto a algumas feições observadas -----	58
5.1.1	Quanto ao Tamanho Foliar -----	58
5.1.2	Quanto à forma foliar -----	59
5.1.3	Quanto à forma do ápice -----	60
5.1.4	Quanto ao tipo de margem -----	61
5.1.5	Quanto à forma da base -----	62
5.2	Venação -----	63
5.2.1	Quanto à Venação Primária -----	63
5.2.2	Quanto à Venação Secundária -----	63
5.3	Quanto à Classificação dos Espécimes-----	64
6	CAPÍTULO 6 – DADOS TAXONÔMICOS OBTIDOS NO ESTUDO DA TAFOFLORA DE QUIRIRIM -----	65
	<i>Typha tremembensis</i> -----	69
	<i>Nelumbo anaflorae</i> sp.nov. -----	73
	<i>Nelumbo saadi</i> sp.nov. -----	75
	<i>Caesalpinia</i> cf. <i>C. equinataformis</i> Berry 1935 -----	79
	<i>Cassia mezzalirae</i> sp.nov. -----	82
	<i>Cassia suguioi</i> sp.nov. -----	84
	<i>Copaifera leliae</i> sp.nov. -----	88
	<i>Stryphnodendron juditeae</i> sp.nov. - -----	93
	<i>Serjania Itaquaquecetubensis</i> Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani-----	100
	<i>Serjania lancifolia</i> Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani -----	102
	<i>Allophylus</i> sp. -----	103
7	CAPÍTULO 7 - ANÁLISE E INTEGRAÇÃO DOS DADOS -----	106

7.1	Interpretações Tafonômicas-----	106
7.2	Interpretações paleoclimáticas e paleoambientais com base na análise morfológica das folhas fósseis -----	106
7.3	Interpretações dos dados taxonômicos associados a aspectos ecológicos, climáticos e de distribuição geográfica de formas atuais, afins aos componentes da assembléia fossilífera -----	110
7.4	Considerações sobre a cronologia da formação Tremembé-----	115
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS -----	118
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	120
	ESTAMPAS -----	145

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Localização geográfica do jazigo fitofossilífero e principais vias de acesso -----	3
2.2	Distribuição dos quatro <i>rifts</i> do SBCSB -----	5
2.3	Mapa geológico da Bacia de Taubaté -----	5
2.4	Seção geológica esquemática transversal à Bacia de Taubaté -----	6
2.5	Evolução do estudo da Bacia de Taubaté -----	6
2.6	Divisão geomorfológica do Estado de São Paulo -----	7
2.7	Invertebrados da Formação Tremembé -----	11
2.8	Vertebrados da Formação Tremembé -----	12
3.1	Coluna Geológica da Era Cenozóica -----	13
3.2	Distribuição dos Quatro Reinos em que se Dividiam as Floras Paleógenas -----	14
3.3	Mapa de Localização das Ocorrências Fitofossilíferas Paleógenas Brasileiras ----	15
3.4	Palinologia do afloramento da Extrativa Fazenda Santa Fé -----	21
3.5	Espécies de Macrofitofósseis Conhecidos da Extrativa Fazenda Santa Fé -----	23
3.6	Espécies já identificadas no afloramento estudado -----	24
3.7	Palinomorfos da Formação Tremembé Afloramento Quiririm -----	25
3.8	Ocorrência Cronológica e Geográfica de megarrestos vegetais em sedimentos paleógenos brasileiros-----	27
4.1	Esquema representando as etapas pelas quais passam os restos vegetais desde o momento <i>post mortem</i> até o seu estudo e interpretação de suas feições adaptativas, sistemáticas e paleoecológicas visando a reconstituição das comunidades originais-----	30
4.2	Perfil de calha do afloramento estudado -----	34
4.3	Afloramento da Formação Tremembé -----	35
4.4	Análise Morfográfica -----	37
4.5	Tipos de Pecíolos -----	37
4.6	Tamanho do Limbo-----	38
4.7	Forma Laminar -----	38

4.8	Simetria Laminar -----	39
4.9	Proporções Laminares -----	39
4.10	Ângulo da base -----	40
4.11	Ângulo do ápice -----	40
4.12	Forma da base foliar -----	42
4.13	Posição do pecíolo -----	42
4.14	Variações de ápices foliares -----	43
4.15	Classificação dos Ápices quanto à sua invaginação -----	44
4.16	Tipos de margens -----	45
4.17	Classificação das Folhas em Relação à Venação Primária -----	46
4.18	Classificação das Folhas conforme arranjo da Venação Secundária -----	47
4.19	Veias agróficas -----	48
4.20	Folha com 7 veias basais -----	48
4.21	Veias intersecundárias -----	49
4.22	Venação terciária -----	50
4.23	Venação quaternária -----	51
4.24	Venação quinquenária -----	51
4.25	Areolação -----	52
4.26	Ultimas Vênulas de Extremidade Livre -----	52
4.27	Venação marginal -----	53
4.28	Categoria foliar -----	54
4.29	Banco de dados -----	56
4.30	Tabela gerada pelo banco de dados -----	57
5.1	Percentual de folíolos quanto ao tamanho -----	58
5.2	Percentual das formas foliares encontradas-----	59

5.3	Percentual quanto à forma ápices-----	60
5.4	Porcentagem de Tipos de Margem Foliar-----	61
5.5	Formas das Bases Foliares-----	62
5.6	Venação Secundária -----	63
5.7	Porcentagem dos gêneros identificados-----	64
5.8	Porcentagem das Famílias de Espécies Identificadas-----	64
6.1	Relação entre as ordens e algumas famílias de Angiospermas -----	66
6.2	Formas identificadas na tafoflora de Quiririm -----	67
6.3	Distribuição geográfica atual do gênero <i>Typha</i> -----	69
6.4	<i>Typha tremembensis</i> -----	70
6.5	Distribuição geográfica atual da família Nelumbonaceae -----	72
6.6	<i>Nelumbo anaflorae</i> sp. nov -----	74
6.7	<i>Nelumbo saadi</i> sp. nov.-----	76
6.8	<i>Caesalpinia echinataformis</i> -----	79
6.9	<i>Cassia mezzalirae</i> sp. nov.-----	83
6.10	<i>Cassia suguioi</i> sp. nov.-----	85
6.11	Distribuição geográfica atual do gênero <i>Copaifera</i> -----	87
6.12	<i>Copaifera leliae</i> sp. nov.-----	89
6.13	Distribuição geográfica atual de Mimosoideae -----	91
6.14	Distribuição geográfica atual do gênero <i>Stryphnodendron</i> -----	93
6.15	<i>Stryphnodendron juditeae</i> sp. nov.-----	95
6.16	Distribuição geográfica atual de <i>Stryphnodendron adstringens</i> -----	97
6.17	Distribuição geográfica atual das Sapindaceae -----	100
6.18	<i>Serjania lancifolia</i> -----	102
6.19	<i>Allophilus</i> sp. -----	104

7.1	Temperatura vs. proporção de espécies com margem inteira -----	108
7.2	Varição da Temperatura Média Anual durante o Cenozóico do sul da América do Sul -----	109
7.3	Características taxonômicas para a reconstituição da taoflora estudada -----	111
7.4	Quadro de comparação dos portes das espécies afins -----	113
7.5	Reconstituição Paleoambiental-----	114
7.6	Distribuição cronoestratigráfica dos gêneros encontrados -----	116



## **Taoflora paleógena da Formação Tremembé, ocorrente em afloramento do km 11 da rodovia SP - 123, Município de Taubaté, Bacia Sedimentar de Taubaté, Brasil**

Edjoel Carvalho Veiga

### **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

#### **1.1 - Generalidades**

No exercício da investigação científica das plantas fósseis, a Paleobotânica se divide em três ramos de estudos de acordo com o tamanho dos objetos analisados: dos macro-, meso- e dos microfítófósseis.

O primeiro ramo utiliza como material de pesquisa, conforme sugere o nome, partes vegetais macroscópicas (maiores que 20 mm) tais como: folhas, caules, flores e frutos; o segundo, fragmentos vegetais mesoscópicos (entre 2 mm e 20 mm), por exemplo: megásporos, sementes e alguns frutos; o terceiro se ocupa do estudo de grãos de pólen, esporos, fungos, algas e bactérias (menores que 2 mm). Conforme Iannuzzi e Vieira (2005), os fungos, algas e bactérias, embora não sejam mais classificados no Reino Vegetal, foram mantidos entre os organismos objetos de estudo desta ciência.

Para o desenvolvimento das pesquisas paleobotânicas, é necessário que se tenha bom conhecimento da Botânica moderna, pois as estruturas e morfologias vegetais devem ser estudadas à exaustão para minimizar os equívocos. Dentre estas estruturas, destacam-se: a arquitetura foliar, a anatomia de caules e raízes, a morfologia e anatomia de estruturas reprodutivas, que podem dar além das taxonômicas, evolutivas e das relações filogenéticas, informações valiosíssimas sobre o ambiente, a ecologia, a fitogeografia e/ou o clima sob os quais viveu o espécime estudado (ARCHANGELSKY, 1970). Isso se torna possível porque os vegetais não possuem a mesma mobilidade dos outros seres vivos, o que os obriga a terem maior adaptabilidade ao ambiente em que se fixam. Este fato é bem observado, em folhas de vegetações, com composições florísticas diferentes, que possuem muitas feições morfológicas e anatômicas adaptativas em comum, ou seja, terão uma composição fisionômica semelhante, quando submetidas ao mesmo clima (BAILEY; SINNOTT, 1916; WOLFE, 1990, 1993). Por outro lado, vegetais pertencentes ao mesmo *táxon* terão características diferentes entre si devido a suas adaptações a climas distintos (FITTIPALDI e RÖSLER, 1987; CRISTALLI, 2006). Portanto, os vegetais constituem-se em bons indicadores climáticos, dada sua dependência direta de fatores, como: temperatura e, principalmente, umidade, importantes no processo fotossintético. Dadas suas complexidade e morfologia diversificadas, as folhas

fornece grande número de caracteres diagnósticos importantes em taxonomia. Por sua vez, a fisionomia foliar reflete o ambiente climático, porque apresenta morfologia adaptativa como resposta quase imediata às condições ambientais. Sua natureza delicada não permite transportes por longas distâncias sem sofrerem decomposição, ruptura mecânica e seleção hidrodinâmica, constituindo assim, importante elemento para inferências paleoclimáticas e paleoambientais próximas ao ambiente de deposição (DORF, 1964).

Nesse estudo, foram analisados macro e mesofitofósseis, principalmente foliares, provenientes da Formação Tremembé, Paleógeno da Bacia de Taubaté, no leste do Estado de São Paulo.

## **1.2 – Objetivos e Justificativa**

Este estudo objetivou: a) identificar, taxonomicamente, examinar, sob o ângulo tafonômico e analisar, morfograficamente, elementos componentes da tafoflora da Formação Tremembé, que ocorre em afloramento do quilômetro 11 da rodovia estadual Floriano Rodrigues Pinheiro (SP-123), Distrito de Quiririm, Município de Taubaté, tendo em vista o estabelecimento de inferências paleoambientais, paleoecológicas e paleoclimáticas; b) contribuir para um maior conhecimento da composição paleoflorística ao redor do grande lago paleógeno de Tremembé e c) possibilitar o estabelecimento de sucessões paleoflorísticas e correlações bioestratigráficas que dêem uma melhor interpretação dos acontecimentos pretéritos globais ou regionais, tais como mudanças climáticas e evolutivas, que deram origem à vegetação atual, dessa área.

Justifica-se o estudo da tafoflora por tratar-se de registro, quase totalmente, desconhecido em sua composição taxonômica, apesar de bem preservado e devido ao parco conhecimento das floras paleógenas paulistas.

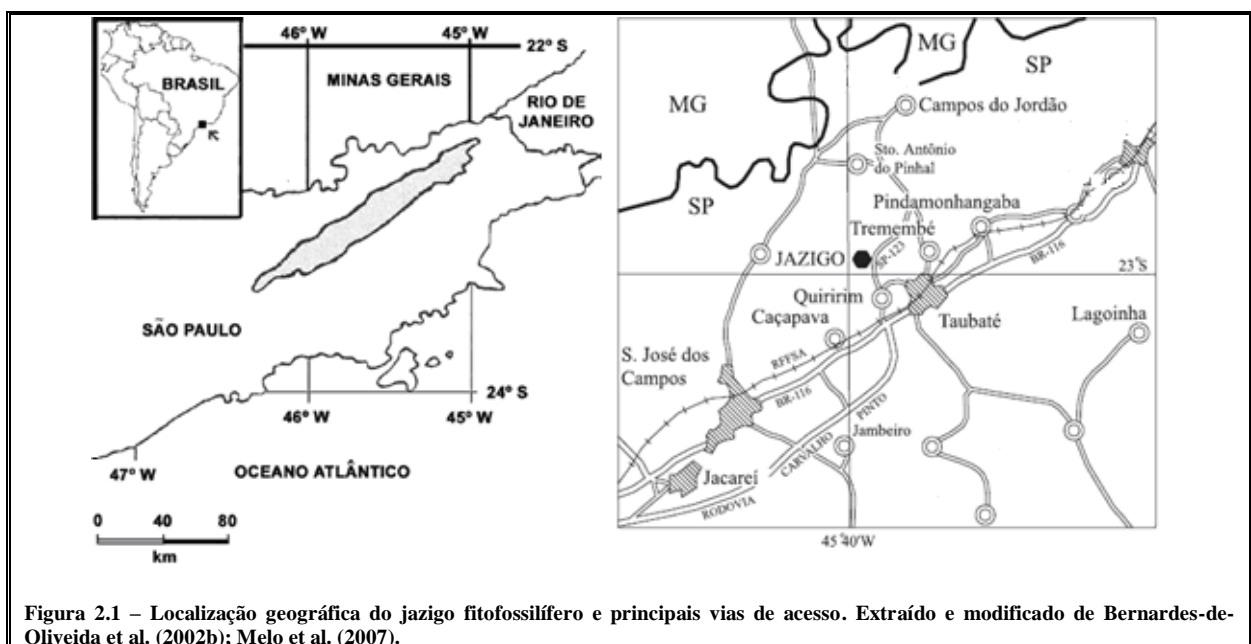
## CAPÍTULO 2 – CONTEXTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DA ÁREA DE PROCEDÊNCIA DOS FITOFÓSSEIS ESTUDADOS

### 2.1 – Aspectos geográficos e localização

A bacia sedimentar de Taubaté, de onde são provenientes os fitofósseis estudados, faz parte, geográfica e administrativamente da mesorregião do Vale do Paraíba Paulista.

A Mesorregião do Vale do Paraíba Paulista, aproximadamente, entre os paralelos 21° 30' S e 23° e 30' S e entre os meridianos de 41° W e 46° W e delimitada a NW pela Serra da Mantiqueira e a SE pela Serra do Mar e estaria, atualmente, incluída segundo Veloso et al. (1991: figura 6 página 28) na Região Florística do Sudeste Brasileiro fazendo parte do Bioma Floresta Estacional Semidecidual em seu limite com a Floresta Ombrófila Densa. Ecologicamente esse tipo de vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática: tropical, com inverno seco, e temperatura média anual 24°C (máxima 32°C e mínima 10°C) e 1300 mm de média pluviométrica anual.

O sítio de proveniência dos fitofósseis estudados encontra-se em afloramento à margem esquerda (sentido Quiririm – Campos do Jordão – SP) da rodovia estadual Floriano Rodrigues Pinheiro (SP – 123), Km 11, Município de Taubaté, na área oriental do Estado de São Paulo. Mais precisamente, localiza-se a 22°58'30" de latitude S e a 45°37'10" de longitude W numa altitude de 600 metros do nível do mar (Figura 2.1).



## 2.2 – Aspectos geológicos:

O afloramento faz parte da bacia sedimentar de Taubaté que, por sua vez, está inserida no *Rift* Continental do Sudeste Brasileiro (RICCOMINI, 1989). Este “sistema *Rifts*”, que outrora fora chamado “Sistema de *Rifts* da Serra do Mar” por Almeida (1958), compreende uma feição tectônica paralela à faixa litorânea, com cerca de 900 km de extensão, alongada e deprimida em direção a ENE. Deste sistema de rifts, ainda fazem parte, as bacias de Curitiba, São Paulo, Resende, Volta Redonda, Itaboraí e Barra de São João, e os grábens de Sete Barras, Cananéia, Guaraqueçaba e Guanabara.

Recentemente, Zalán e Oliveira (2005) denominaram a associação das serras do Mar e da Mantiqueira com os vales tectônicos e suas extensões nas plataformas das bacias de Campos e de Santos de “Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste Brasileiro (SRCSB)”. O modelo SRCSB tenta relacionar vários eventos geológicos aproximadamente simultâneos: o deslizamento para Oeste da Placa Sulamericana, sobre uma anomalia térmica (*hot spot*) durante o Neocretáceo, e o consequente soerguimento contínuo e maciço do embasamento, a injeção de material alcalino, o aplainamento da Superfície do Japi formando um megaplanalto ao final do Cretáceo, o quebramento de blocos por instabilidade gravitacional, a movimentação vertical diferencial destes e o derramamento de lavas alcalinas durante o Paleógeno; tudo isso próximo às duas bacias, continuamente, subsidentes, receptoras dos detritos resultantes do intemperismo destes elementos morfotectônicos (FREITAS, 2007), (Figura 2.2).

A Bacia de Taubaté apresenta uma forma alongada com cerca de 170 km de comprimento, largura média de 25 km e espessura máxima aproximada de sedimentos de 850 m. Subdividida em três compartimentos, é preenchida com sedimentos característicos de leques e de planícies aluviais e lacustres, de idade Paleógena, e por depósitos fluvial meandrante, aluvial e coluvial, do Neógeno até o Quaternário (RICCOMINI, 1989), (Figuras 2.3 e 2.4).

Nas últimas décadas, a Bacia de Taubaté tem sido alvo de grande número de trabalhos que enfatizam a estratigrafia e a sedimentologia (SUGUIO, 1968; HASUI E PONÇANO, 1978; VESPUCCI, 1984; RICCOMINI, 1989; entre outros) (SAAD, 1990), (Figura 2.5).

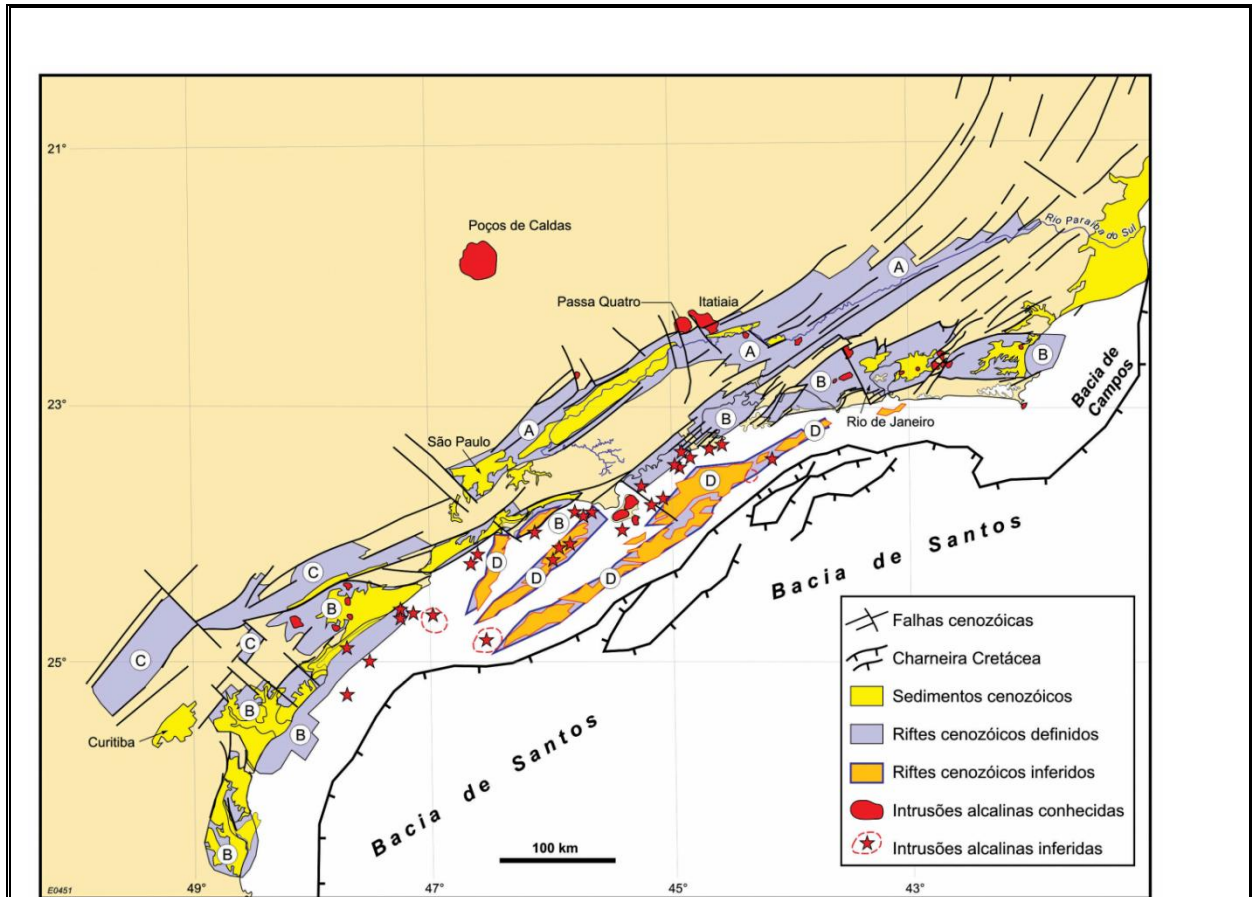


Figura 2.2-Mapa de distribuição dos quatro riftes do SRCBSB: (A) Paraíba do Sul, (B) Litorâneo, (C) Ribeira, e (D) Marítimo; de suas falhas limitantes, preenchimentos sedimentares, intrusões/lavas alcalinas, charneira cretácea das bacias de Santos/Campos e o Rio Paraíba do Sul, extraído de Zalan e Oliveira (2005).

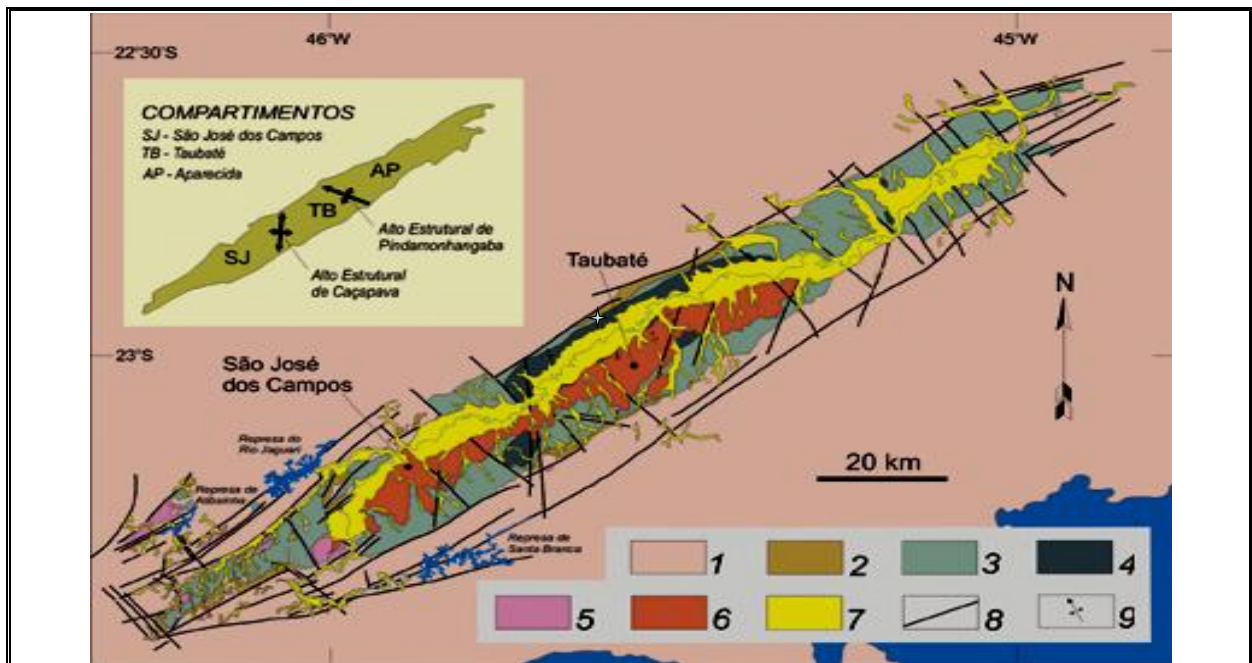


Figura 2.3 – Mapa geológico da Bacia de Taubaté – 1) embasamento pré-cambriano; 2) Formação Resende (sistema de leques aluviais proximais); 3) Formação Resende (sistema de leques aluviais medianos a distais associados a planície aluvial de rios entrelaçados); 4) Formação Tremembé; 5) Formação São Paulo; 6) Formação Pindamonhangaba; 7) sedimentos quaternários; 8) falhas cenozóicas, em parte reativadas do embasamento pré-cambriano; 9) eixos de dobras principais. Extraído de Riccomini et al. (2004)

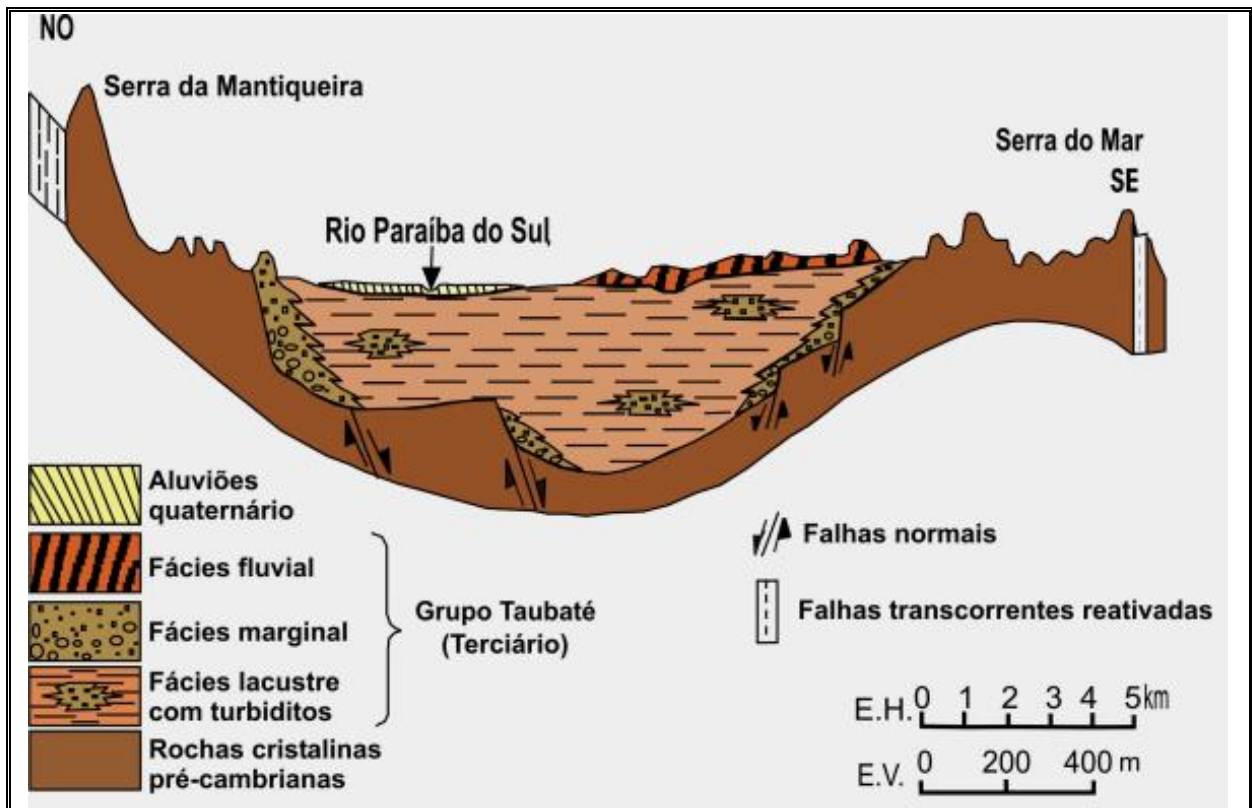


Figura 2.4 Seção geológica esquemática transversal à Bacia de Taubaté (SP). Gráben assimétrico e Tectonismo mais ativo na borda NO (modificado de HASUI; PONÇANO, 1978 e SUGUIO, 2003), extraído de Riccomini et al. (2004).

	PISSIS 1842	FLORENCE PACHECO 1930	WASH- BURN 1930	MORAES REGO 1933	ALMEIDA 1955	SETZER 1955 1956	AB'SABER 1958	MEZZALIRA 1961 1962	AB'SABER 1969	CARNEIRO ET AL 1976	HASUI PONÇANO 1978	VESPUCCI 1984	RICCOMINI 1989
SEDIMENTOS PLIOCENOS DO VALE DO PARAÍBA													
CAMADAS PARAÍBA DO SUL													
SEÇÃO INFERIOR (LAGUSTRINA E PELÍTICA)													
SEÇÃO SUPERIOR (ELUVIAL E ARENOSA)													
CAMADAS PARAÍBA DO SUL													
FORMAÇÃO TREMEMBÉ													
UNIDADE INFERIOR TERCIÁRIA													
FORMAÇÃO TAUBATÉ													
FORMAÇÃO SÃO PAULO													
FORMAÇÃO TREMEMBÉ													
FORMAÇÃO SÃO JOSÉ DOS CAMPOS													
FORMAÇÃO CAÇAPAVA													
FORMAÇÃO CAÇAPAVA													
FORMAÇÃO JACAREÍ													
FORMAÇÃO TREMEMBÉ													
FORMAÇÃO CAÇAPAVA													
FORMAÇÃO RESENDE													
FORMAÇÃO ITAQUAQUECE TUBA													
FORMAÇÃO SÃO PAULO													
FORMAÇÃO PINDAMONHA NGABA													

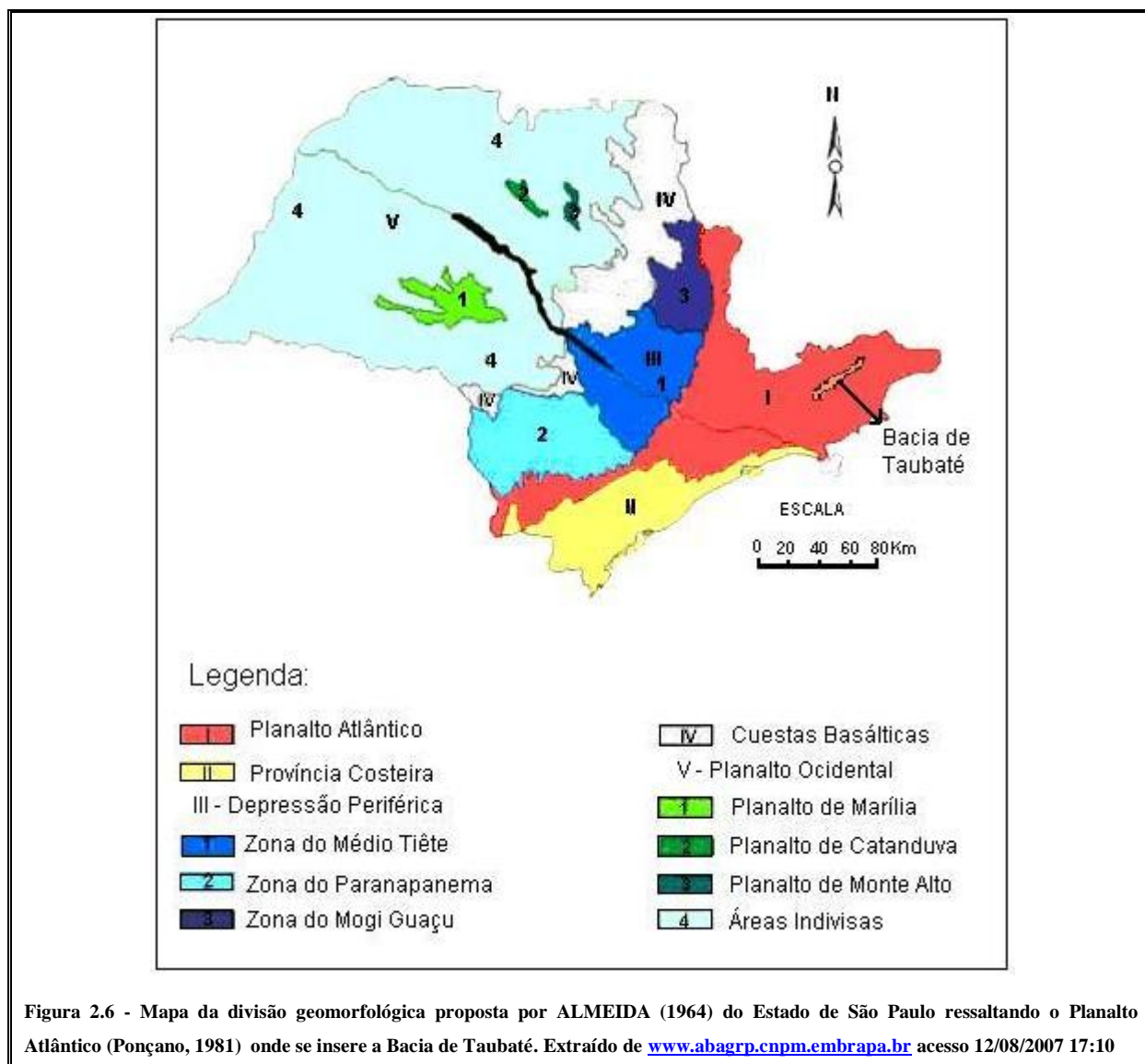
Figura 2.5 -Evolução do estudo da Bacia de Taubaté, extraído de Saad (1990)

Do ponto de vista geomorfológico a Bacia de Taubaté está inserida no Planalto Atlântico (Figura 2.6). Segundo Ivanauskas (1997) o Planalto Atlântico corresponde às



superfícies de cimeira da Serra do Mar, tendo como limite a sudeste as escarpas da bacia do Paraná, que definem seu limite com a Depressão Periférica Paulista; apresenta-se como uma região elevada, de relevo predominantemente ondulado, muitas vezes contrastando com as excessivas inclinações das escarpas que o separam das regiões mais baixas; atinge altitudes de 1400 m, apresenta como vestígios de uma série de antigas superfícies de aplainamento diversos esporões e patamares.

Pode ser dividido em treze zonas: Planalto Paulistano, Planalto do Juqueriquerê, Planalto do Paraitinga, Planalto da Bocaina, Médio Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira, Planalto do Alto Rio Grande, Serrania de São Roque, Planalto de Jundiá, Serrania de Lindóia, Planalto de Ibiúna, Planalto de Guapiara e Planalto de Alto Turvo.



A Formação Tremembé, assim definida por Almeida (1955), sedimentos do sistema lacustres da bacia de Taubaté (RICCOMINI, 1989; TORRES-RIBEIRO; BORGHI, 2007), é

constituída de argilitos verdes maciços, ritmitos de folhelhos e margas, dolomitos e arenitos. Em sua porcentagem superior, os folhelhos de cor castanha a cinza escura são, pirobetuminosos ou papiráceos e fossilíferos (SUGUIO, 1968), registrando a presença de uma fauna de vertebrados e invertebrados e uma tafoflora composta de restos filicofíticos e angiospérmicos autóctones e alóctones ao paleolago Tremembé. Seus fitofósseis aparecem como esporos e grãos de pólen, folhas e caules preservados como impressões e carbonizações.

Os sistemas deposicionais passíveis de ocorrer no preenchimento de extensas calhas continentais de origem tectônica, como é o caso da Bacia de Taubaté, são representados idealmente pelo seguinte trato: sistemas de leques aluviais, que gradam para sistemas fluviais entrelaçados e meandrantos, assim como para sistemas lacustres, os quais guardam, entre si, uma relação de interdigitação (SAAD, 1990).

Nessa seqüência, a unidade litoestratigráfica Formação Tremembé corresponde a um sistema lacustre. O sistema lacustre da Seqüência Tremembé, ocorre nas regiões de Taubaté e Tremembé, ao longo das explorações das argilas bentoníticas das extrações Aligra, Argos e do Virgílio e na Sociedade Extrativa Santa Fé, respectivamente. Nestes locais, as frentes de lavra exibem camadas de argilitos maciços, folhelhos papiráceos, calcários e ritmitos, estes últimos formados pela alternância de camadas claras (margas e calcários) e escuras (folhelhos papiráceos), (SAAD, 1990).

### **2.3 – Aspectos paleontológicos da Formação Tremembé, exceto paleobotânicos.**

A paleontologia da Formação Tremembé, considerada a mais rica formação do Terciário do Estado de São Paulo (SOARES et al., 2007), é composta de abundantes e diversificados fósseis de invertebrados (crustáceos, moluscos e insetos), Figura 2.7, vertebrados (restos de peixes, tartarugas, crocodilos, aves e mamíferos) Figura 2.8 (MENDES; PETRI, 1971) e plantas (macro, meso e microfitofósseis), que se distribuem por diferentes níveis, tanto das argilas bentoníticas quanto dos folhelhos papiráceos.

Desde o final do século XIX, a paleofauna da Formação Tremembé vem sendo estudada. Esses estudos iniciaram-se, com material procedente do jazigo Mina Nossa Senhora da Guia, “situado a cerca de 500m da antiga estação ferroviária de Taubaté, em direção à Serra da Mantiqueira” (C. SIMÕES FERREIRA, 1987, comunicação pessoal, in MANDARIM-DE-LACERDA, 1998).

Os paleoinvertebrados tiveram seus estudos iniciados por Guimarães (1928) e Beurlen (1950).



A identificação de peixes foi iniciada com os estudos de Woodward (1898) e a esses seguiram-se os de Jordan (1907); Eigenmann; Myers (1929); Schaeffer (1947); Travassos; Silva-Santos (1955).

Sua paleoherpetologia foi estudada por Roxo (1929; 1937); Oliveira; Leonardos (1943) e a paleo-ornitologia, com o estudo de uma pena fóssil por Shufeldt (1916) e Silva-Santos (1950).

A paleomastozoologia foi inicialmente estudada por Leonardos (1924) e Paula-Couto (1953, 1956) com a identificação de morcegos.

Estas pesquisas acabaram sugerindo a hipótese de idade quaternária para os folhelhos da Formação Tremembé (MENDES; PETRI, 1971; MANDARIM-DE-LACERDA, 1998), divergindo da idade pliocena, inicialmente proposta por Pissis (1842), restabelecida por Paula-Couto (1953), com base nos quirópteros e Travassos; Silva-Santos (1955), com base nos peixes caracídeos.

A partir da década de 1960, novas ocorrências foram encontradas e exploradas, devido ao interesse crescente pela extração das argilas esmectitas da Formação Tremembé. Uma paleofauna mais completa foi aí encontrada e esse material levou a uma datação bem mais antiga por Paula-Couto; Mezzalira (1971) que, com base na identificação de um mamífero notoungulado da família Leontiniidae, atribuíram idade oligocena para a Formação. Interpretaram os folhelhos papiráceos da porção superior como relacionados a um ambiente bem saturado de umidade e de pluviosidade acentuada, com um lago de águas calmas e pouco profundas, em torno do qual vicejavam matas, enquanto as argilas esmectitas, onde o leontínídeo fora encontrado, corresponderiam a condições climáticas e/ou tectônicas diversas, provavelmente semi-áridas, com desenvolvimento de savanas, nas planícies elevadas, e matas pouco densas, nas depressões e nas proximidades de rios e lagos, onde esses leontínídeos habitariam.

Novas discussões se sucederam sobre a idade da paleofauna da década de 1970 em diante. Os invertebrados da Extrativa Santa Fé foram estudados por: Ferreira (1974) gastrópodes da argila bentonítica considerados oligocenos, Brito; Mauro-Ribeiro (1975), lepidópteros do folhelho, considerados pleistocenos, Mesquita (1997), Araneae do folhelho pirobetuminoso, Gallego; Mesquita (1997) conchostráceos das argilas bentoníticas da Mineradora Aligra e Martins-Neto (1997) lepidóptera, todos foram considerados oligocenos. A paleoictiofauna da Mina Nossa Senhora da Guia passa a ser estudada com a da Sociedade Extrativa da Fazenda Santa Fé, por vários pesquisadores tais como: Zei (1970) que estudou caracídeos, serranídeos, ciclódeos e arriídeos tanto do folhelho pirobetuminoso quanto das

argilas esmectitas datando-os como oligocenos a eomiocenos; Silva-Santos (1973) que identificou o peixe *Tremembichthys pauloensis*, em folhelhos pirobetuminosos da Fazenda Santa Fé, atribuindo-lhes idade Neo-Oligoceno a Eo-Mioceno; Malabarba (1996, 1997) estudando peixes do folhelho pirobetuminoso, da Mina Nossa Senhora da Guia e Fazenda Santa Fé, atribuiu-lhes idade oligoceno-miocena; enquanto Carvalho; Figueiredo (1997) com base em estudos de curimatídeos provenientes de folhelhos pirobetuminosos da Fazenda Santa Fé, atribuíram-lhes idade oligocena. A paleoherpetologia foi estudada por: Campos (1977) que identificou quelônios na argila bentonítica da Fazenda Santa Fé, porém, não sugeriu idade; Chiappe (1988) identificou aligatórdeos da espécie *Caiman tremembensis*, na Fazenda Santa Fé, atribuindo-lhes idade oligocena. A paleo-ornitologia foi estudada por Alvarenga (1982, 1985, 1986, 1990, 1993 e 1995), sendo seus fósseis provenientes principalmente das argilas montmorilonitas, e foram identificados como *Paraphysornis*, *Brasilogyps*, (de possível idade eo-oligocena) e a gruiforme/galiforme *Taubacrex* além de *Agnopterus*, *Palaelodus*, atribuindo-lhes idade oli-miocena (ALVARENGA; HÖFLING, 2004).

Em 1987, por ocasião do X Congresso Brasileiro de Paleontologia, Fernandes et al, (1987) apresentaram um trabalho onde registrava-se icnofósseis (bioturbações de anelídeos Oligochaeta) em folhelho da porção basal da Fazenda Santa Fé. No ano seguinte Castro et al. (1988) registram a presença de coprólitos de aves no referido afloramento.

A paleomastozoologia foi bastante desenvolvida a partir de 1970, iniciando-se com o trabalho de Silva-Santos (1970) registrando a ocorrência de *Tapirus* na Fazenda Santa Fé. Os mamíferos, de uma maneira geral, foram todos provenientes das argilas montmorilonitas ou bentoníticas e foram registrados por Paula-Couto; Mezzalira (1971); Soria; Alvarenga (1986, 1989), Vucetich; Souza-Cunha; Alvarenga (1993); Oliveira; Ribeiro e Berkvist (1993), entre outros, notoungulados, marsupiais e edentados. Esses vertebrados, de uma maneira geral, permitiram atribuir uma idade eo-oligocena (Deseadense) para a Formação Tremembé.

Um estudo sobre a distribuição dos pitus (camarões de água doce) no Oligoceno do Brasil sugere que as Formações Tremembé e Entre-Córregos estão filogeneticamente mais próximas que qualquer outra, registrando que estas Formações sofreram o mesmo processo de isolamento geográfico, ainda que não tenha sido encontrado fóssil de pitus na Formação Entre-Córregos (DIAS-JÚNIOR; MARTINS-NETO, 2007).

FILO	CLASSE	ORDEM	FAMÍLIA	ESPÉCIE	AUTOR	ANO		
A R T R O P O D A	I N S E C T A	Auchenorrhyncha	Aetalionidae	<i>Tremembaetaliom minutum</i>	Martins Neto	1998		
			Cicadellidae		<i>Taubocicadellina breviptera</i>	Martins Neto	1998	
					<i>Tremembellina microcellata</i>	Martins Neto	1998	
					<i>Trulaxia primula</i>	Martins Neto	1998	
		Heteroptera	Veliidae		<i>Palaeohebrus tremembeensis</i>	Martins Neto	1997	
			Pentatomidae		<i>Taubatecoris quadratiformis</i>	Martins Neto	1997	
					<i>Taubarixa macrocelata</i>	Martins Neto	1998	
					<i>Tauborixella santosae</i>	Martins Neto	1998	
					<i>Tauborixiellopsis breviclavata</i>	Martins Neto	1998	
		Coleoptera	Carabidae		<i>Tremembecarabus rotundus</i>	Martins Neto	1998	
			Psephenidae		<i>Psephenella ferreirai</i>	Martins Neto	1998	
			Meloidae		<i>Microbasis longinota</i>	Martins Neto	1998	
		D i p t e r a	Hybotidae		<i>Archaeodrapetiops elongata</i>	Martins Neto et al.	1992	
					<i>Archaeodrapetiopsis mezzalirai</i>	Martins Neto et al.	1992	
					<i>Archaeodrapetiopsis nefera</i>	Martins Neto et al.	1992	
					<i>Archaeodrapetiopsis transversa</i>	Martins Neto et al.	1992	
					<i>Eternia papaveroi</i>	Martins Neto et al.	1992	
					<i>Tremembella gracilis</i>	Martins Neto et al.	1992	
			Mycetophilidae		<i>Taubatemya oligocaenica</i>	Martins Neto	1999	
					<i>Sackenia? elongata</i>	Martins Neto	1999	
			Diastatidae		<i>Prodiastatinopsis pulchra</i>	Martins Neto	1999	
			Empididae		<i>Taubatempis trompetilla</i>	Martins Neto	1999	
					<i>Taubatempis gracilis</i>	Martins Neto	1999	
					<i>Taubatempis elongata</i>	Martins Neto	1999	
			Tipulidae		<i>Tipula? Tremembeensis</i>	Martins Neto	1999	
					<i>Helius? oligocenicus</i>	Martins Neto	1999	
			Tabanidae		<i>Tabanus tremembeensis</i>	Martins Neto	1997	
			Trichoptera	Limnephilidae		<i>Indusia suguioi</i>	Martins Neto	1989
			Lepdoptera	Nepticulidae		<i>Nepticula? almeidae</i>	Martins Neto	1989
		Gracillaridae			<i>Phyllonoryctes? oliveirai</i>	Martins Neto	1989	
		Cossidae			<i>Kleopatra nemogypsia</i>	Martins Neto	1998	
					<i>Kleopatra noctodiva</i>	Martins Neto	1998	
		Pyralidae			<i>Petisca dryellina</i>	Martins Neto	1998	
		Nymphalidae			<i>Archaeolycorea ferreirai</i>	Martins Neto	1989	
					<i>Neorinella garciae</i>	Martins Neto et al.	1993	
		Noctuidae		<i>Philodarchia cigana</i>	Martins Neto	1998		
		Hymenoptera	Ichneumonidae		<i>Paratilgidopsis praecursora</i>	Martins Neto	1998	
					<i>Taubatehymen minuta</i>	Martins Neto	1998	
		CRUSTÁCEA	ISOPODA	Cirolanidae		<i>Palaega tremembeensis</i>	Martins Neto	2001
			DECAPODA			<i>Bechleja robusta</i>	Martins Neto	1991
						<i>Propalaemon longispinata</i>	Martins Neto	1991
						<i>Pseudocardinella tremembeensis (Beurlen)</i>	Martins Neto	1991
					Atyidae			Beurlen
				Parastacidae?			Beurlen	1950
			CONCHOSTRACA			<i>Tremembegypta saadi</i>	Gallego & Mesquita	1997

Figura 2.7 – Invertebrados da Formação Tremembé Beurlen,(1950); Bernardes-de-Oliveira et al. (2002ab); Martins-Neto, (2005)

FILO	CLASSE	TAXA	LITOLOGIA	REFERÊNCIA
C H O R D A T A	PISCES	<i>Percichthys antiquus (Centropomus)</i>	folhelhos	1986
		<i>Astyanax unicus (=Megacheiroidon unicus)</i>		1995, 1997
		<i>Triportheus ligniticus</i>		1995
		<i>Brycon avus</i>		1995
		<i>Cyphocharax mosesi (Curimata mosesi)</i>	folhelhos	1995/1996a,b
		<i>Tremembichthys pauloensis</i>		1993
	REPTILIA	<i>Pleurodira</i>	2,5m abaxo do folh. pirob. e arg. "bentonítica" /esmec.	1974
		<i>Calman tremembensis</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1988
		<i>Ofidio</i>	folh esverd. 1,5m adma do topo da arg. "bentonítica"/ esmec.	1994
	AVES	<i>Taubacrex granivora</i>	folh.e arg. "bentonítica"/esmec.	1988
		<i>Agnopterus sicki</i>	arg. "bentonítica". abaxo folh. pirobetuminoso	1990
		<i>Paleolodus aff. P. ambiguus</i>	arg. "bentonítica." abaxo folh. pirobetuminoso	1990
		<i>Paraphysornis brasiliensis</i>		1982/1993
		<i>Gallinula chloropus</i>		1986
		<i>Ameripodius silvasantosi</i>	folh. pirobetuminoso	1995
		<i>Brasilogyps faustoi</i>		1985
	<i>Penas de aves</i>		1993	
	MAMMALIA	<i>Taubatherium paulecouthi</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1989
		<i>Taubatherium major</i>		1989
		<i>Rhynchippus equinus</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1989
		<i>Rhynchippus brasiliensis</i>	arg. "bentonítica"/esmec.	1989
Notohippidae		arg. "bentonítica"/esmec.	1989	
Astrapotherinae		arg. "bentonítica"/esmec.	1989	
Proterotheriidae		arg. "bentonítica"/esmec.	1989	
Borhyaeninae		arg. "bentonítica"/esmec.	1989	
<i>Paulacoutomys paulista</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1993	
<i>Leontinia gaudryi</i>		arg. "bentonítica"/esmec.	1971	
Dasypodidae		arg. "bentonítica"/esmec.	1991/1993	
<i>Eocoleophorus glyptodontoides</i>		camada + sup.de argila "bentonítica"/esmec.	1997	
Leontinidae		1988		
<b>Coprolitos</b>	de Aves, de Terópode, <i>Pascichnia</i>		1989,1988a,b,c,1987	

Figura 2.8 – Vertebrados da Formação Tremembé Martins-Neto (1989, 1997, 1998); Martins-Neto et al (1992, 1993); Ferreira (1974); Garcia (1993); Brito; Mauro-Ribeiro (1975); Martins-Neto; Mezzalira (1989, 1991); Mesquita (1997), Gallego; Mesquita (1997).

## CAPÍTULO 3 – ESTADO D'ARTE DO CONHECIMENTO PALEOBOTÂNICO DA FORMAÇÃO TREMEMBÉ

### 3.1 – Contexto paleógeno brasileiro da flora Tremembé

#### 3.1.1 – Conceito de Paleógeno

O Paleógeno é o período geológico que se iniciou há 65,5 Ma e terminou há 23,03 Ma. É subdividido em três épocas: Paleoceno de 65,5 a 55,8 Ma; Eoceno de 55,8 a 33,9 Ma e Oligoceno de 33,9 a 23,03 Ma. (Figura 3.1), (GRADSTEIN et al., 2004).

E E O O T T E E M M A A	E E R R A A T T E E M M A A	S P I E S R T Í E O M D A O	S É É P R O I C E A S S	E I S D T A Á D G E I O	I D A A D E
F A N E R O Z Ó I C O	C E N O Z Ó I C O	N E Ó G E N O	HOLOCENO		0.0118
			PLEISTOCENO	SUPERIOR	0.126
				MÉDIO	0.781
				INFERIOR	1.806
			PLIOCENO	GELASIANO	2.588
				PLACENZIANO	3.600
				ZANCLEANO	5.332
			MIOCENO	MESSINIANO	7.246
				TORTONIANO	11.608
				SERRAVALIANO	13.65
		LANGLIANO		15.97	
		BURDIGALIANO		20.43	
		AQUITANIANO		23.03	
		OLIGOCENO	CHATTIANO	28.4 $\pm$ 0.1	
			RUPELIANO	33.9 $\pm$ 0.1	
		EOCENO	PRIABONIANO	37.2 $\pm$ 0.1	
			BARTONIANO	40.04 $\pm$ 0.2	
			LUTETIANO	48.6 $\pm$ 0.2	
			YPRESIANO	55.8 $\pm$ 0.2	
		PALEOCENO	THANETIANO	58.7 $\pm$ 0.2	
SELANDIANO	61.7 $\pm$ 0.2				
DANIANO	65.5 $\pm$ 0.3				

Fig. 3.1 Coluna geológica da Era Cenozóica, mostrando a divisão do período Paleógeno. Extraída de Gradstein et al (2004)

### 3.2 – Considerações gerais sobre a flora paleógena, com ênfase sobre o território brasileiro.

Conforme sumarizado por Garcia et al. (2007), as floras paleógenas, no contexto mundial, criadas por Akhmetiev (1987), estão divididas em quatro reinos: Holoártico, Tropical, Notal e Australiano. O reino Tropical compreende as áreas florísticas Africana, Indo-Maláia e Neotropical. A área Neotropical, na qual se insere a taoflora estudada, incluiria as Américas do Sul, Central e a área Caribenha. A América do Sul apresentaria flora tropical com característica primitiva, sugerindo que esta região teria sido importante centro de dispersão das floras desse reino (Figura 3.2).

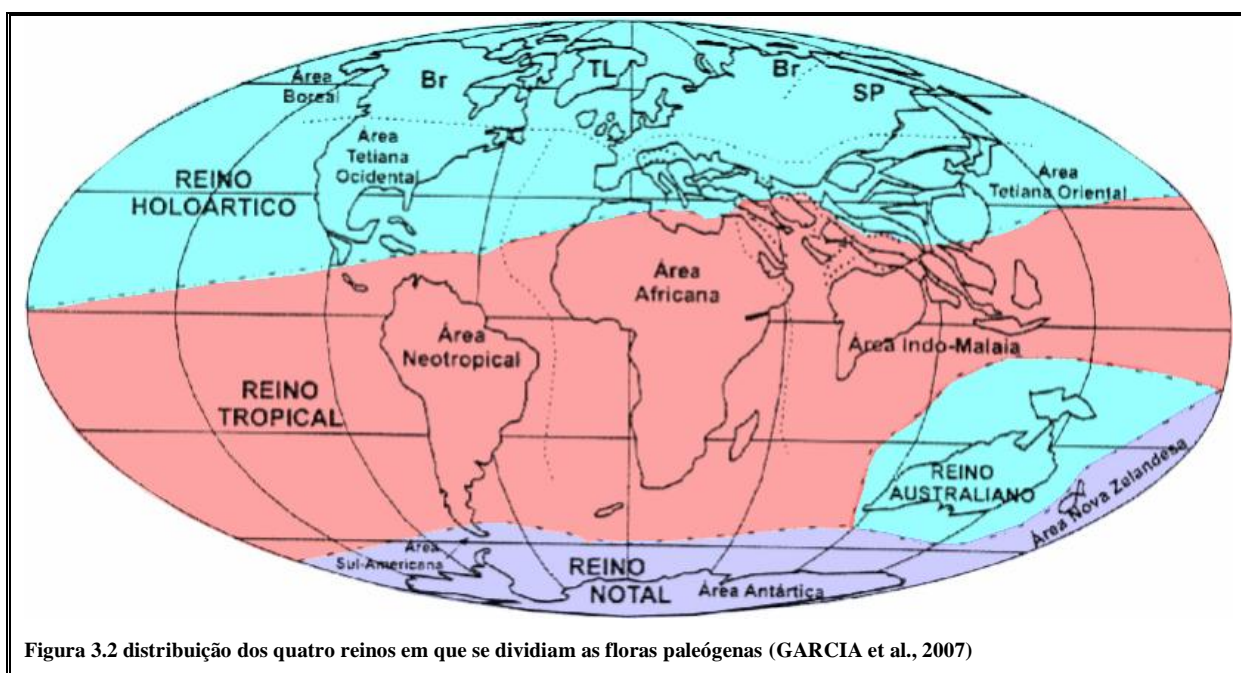
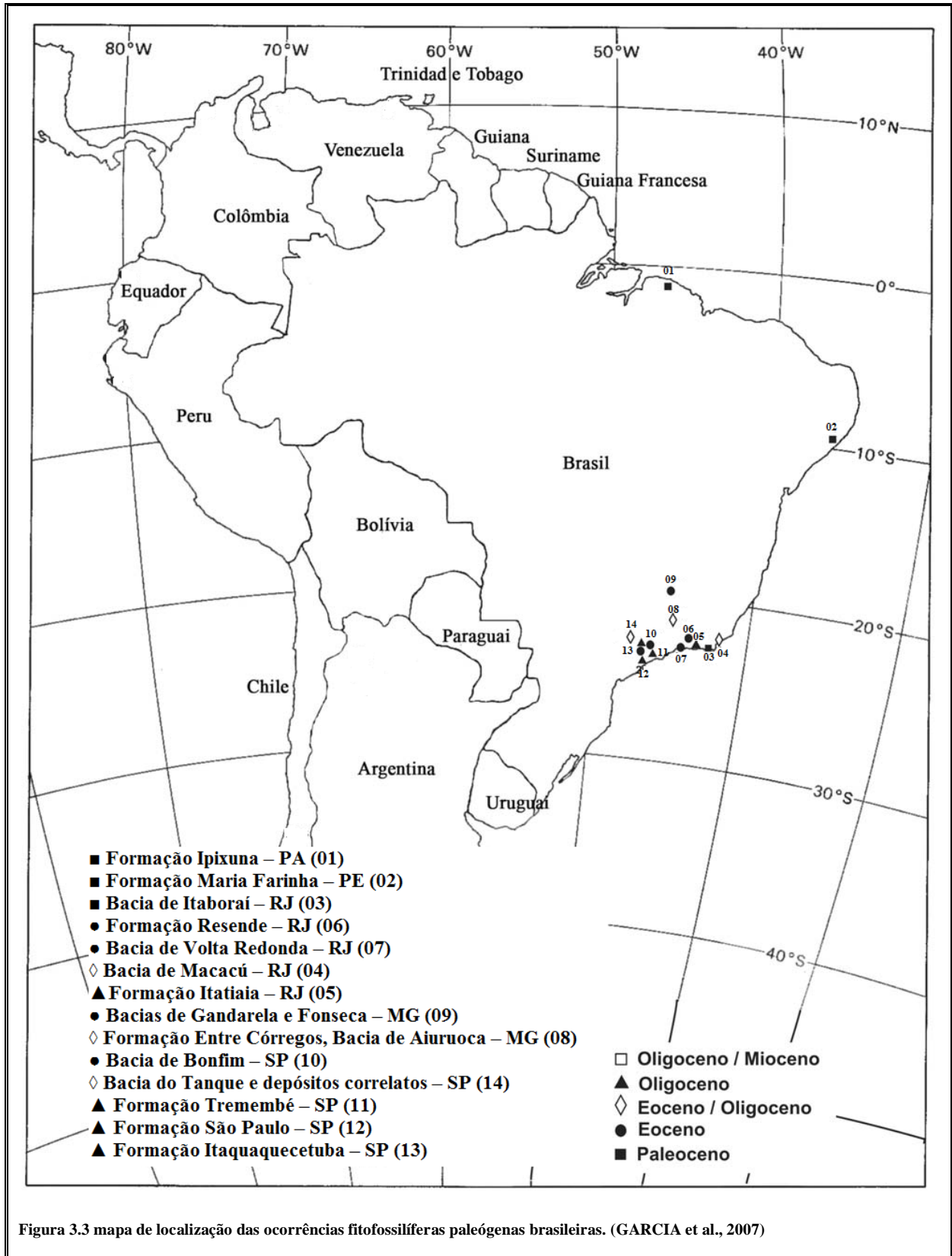


Figura 3.2 distribuição dos quatro reinos em que se dividiam as floras paleógenas (GARCIA et al., 2007)

Os registros taoflorísticos do Paleógeno, no Brasil, compreendem ocorrências paleocenas, eocenas, eocenas/oligocenas, oligocenas e oligo/miocenas, que se encontram nos seguintes sítios (Figura 3.3):



O Paleógeno tem sua flora documentada, no Brasil, na região norte (Formação Ipixuna PA), na região nordeste (Formação Maria Farinha, PE) e no Sudeste (Bacia e Itaboraí RJ, Formação Resende RJ, Bacia de Volta Redonda RJ, Bacia de Macacú RJ, Bacia de Macaé RJ,

Formação Itatiaia RJ, Bacias de Gandarela e Fonseca MG, Formação Entre Córregos MG, Bacia do Bonfim SP, Bacia do Tanque e depósitos correlatos SP, Formação Tremembé SP, Formação São Paulo SP e Formação Itaquaquecetuba SP), vide Figura 3.3.

Em Irituia (PA), na Formação Ipixuna, foi achado um lenho fóssil paleoceno de *Sacoglottis paraensis* (Humiriaceae), cujo gênero é ainda freqüente na região do Baixo Amazonas, onde ocorre em mata alta de terra firme ou de formações abertas (JAPIASSU, 1970); nos municípios de Igaracú, Olinda e Paulista (PE), da Formação Maria Farinha, foram descritos fitofósseis paleocenos de preservação tridimensional de frutos de *Nypa pernambucensis* (Palmae), e também raras impressões de folhas e lenhos de monocotiledôneas e eudicotiledôneas que, segundo Dolianiti (1955), sugerem clima tropical úmido. Porém, os palinórfos encontrados nesta formação indicam clima subtropical a temperado (ASHRAF; STINNESBECK, 1988). No município de Itaboraí (RJ), em calcários paleocenos da Bacia de São José de Itaboraí, foram registrados diminutos frutos globulares, rugosos, de ápice pontiagudo, atribuídos à espécie *Celtis santosi* (Cannabaceae), por Beurlen e Sommer (1954) e citações de folha de *Psidium* (Myrtaceae), por Magalhães (1948).

Os registros fitofossilíferos do Eoceno brasileiro estão restritos às tafofloras meso a neoeocenas da Região Sudeste: Bacias de Fonseca e Gandarela (MG), Bacia de Bonfim (SP), Bacia de Resende (RJ), Bacia de Volta Redonda (RJ), Bacia de Macacu (RJ), Bacia do Tanque (SP) e Bacia de Aiuruoca (MG).

A Formação Fonseca, na bacia homônima, no município de Alvinópolis (MG), registra uma associação tafoflorística meso a neoeocena constituída por lenhos e folhas de Annonaceae, Fabaceae, Lauraceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Sapotaceae, Bombacaceae, Bignoneaceae e Schizeaceae, entre outras, identificadas por Berry, 1935; Dolianiti, 1949, 1950; Curvello, 1955; Duarte, 1956, 1974, 1985; Oliveira e Silva, 1982; Mello *et al.*, 2002, caracterizando uma exuberante vegetação de clima tropical úmido.

Próximo à Cidade de Rio Acima (MG), situa-se a Bacia de Gandarela, cuja formação homônima documenta a existência de uma paleoflora luxuriante de idade meso a neoeocena, onde foram identificadas por Duarte e Mello Filha (1980), impressões e compressões foliares e sementes atribuídas a Blechnaceae, Chrysobalanaceae, Fabaceae, Rutaceae, Vochysiaceae, Sapindaceae e Myrtaceae. Os palinórfos encontrados na Formação Gandarela com afinidade às Schizeaceae, Polypodiaceae, Ephedraceae, Cycadales, Palmae (*Nypa*), Fabaceae, Guttifereae, Rubiaceae, Bombacaceae e Podocarpaceae que sugerem um ambiente pantanoso sob clima úmido (LIMA; SALARD – CHEBOLDAEFF, 1981; MAZZATO, 2001).



O linhito Caçapava, na Bacia de Bonfim (SP) registrado por Löefgren (*in* Paes Leme, 1918), como portador de restos de *Podocarpus* (Podocarpaceae) e *Zanthoxylum* (Rutaceae) além de elementos de Ebenaceae; há ainda, registros de Poaceae (OLIVEIRA, 1937 e OLIVEIRA; LEONARDOS, 1978). A associação palinológica do linhito Caçapava estudada por Lima e Dino (1984) registra a presença de algas, briófitas e pteridófitas que poderiam compor uma associação de ambiente palustre em torno da qual uma associação de monocotiledôneas, principalmente palmeiras, medravam sob um clima tropical úmido. Este quadro corrobora as idéias de que o clima do Eoceno, com domínio de um bioma tropical sempre úmido, cobria extensas áreas sul-americanas, até quase latitudes de 40° S (no Mesoeoceno).

A Formação Resende, na bacia homônima (RJ), o graben e a Bacia de Volta Redonda apresentam associações palinológicas neoeocenas com representantes de Fabaceae, Proteaceae, Myrtaceae, Aquifoliaceae, Malpighiaceae, Palmae, além da presença de esporos de pteridófitas em grande quantidade, que sugerem florestas de clima tropical a subtropical úmido (LIMA e AMADOR, 1985; LIMA et al., 1994). Entretanto, Scheel-Ybert et al., (2007) ao identificarem um fragmento de lenho silicificado, proveniente do município de Quatis (RJ), em depósitos fluviais do Membro Acácias da Formação Resende, como gênero *Tabebuia* (Bignoneaceae), ressaltaram tratar-se do registro mais antigo deste gênero, no mundo, e sugeriram um clima tropical relativamente seco para a área, com base na distribuição preferencial do gênero *Tabebuia* pelos biomas Floresta Estacional Decidual ou Semidecidual e Cerrado.

A Bacia de Macacu (RJ), em sua formação homônima documenta, através de palinomorfos a existência, durante o Neoeoceno a Oligoceno, uma flora rica em podocarpáceas, arecáceas, bombacáceas, proteáceas, onagráceas, malpighiáceas, mirtáceas, mimosáceas e sapotáceas, sugestiva de um bioma de clima subtropical úmido (LIMA et al., 1994).

Na Bacia de Tanque e depósitos correlatos, Bistrichi, (2001); Garcia et al., (2004), Garcia et al., (2008) com base no conteúdo palinológico, composto de pteridófitas, cesalpíneas, mimosoideas, proteáceas, poáceas, convolvuláceas e malpighiáceas, sugeriram idade neoeocena a oligocena enquanto os macrofósseis identificados por Bernardes – de – Oliveira (*in* BISTRICHI, 2001) evidenciaram a existência de uma flora de matas tropicais a subtropicais úmidas.

A Formação Entre Córregos da Bacia de Aiuruoca (MG) apresentou um espectro esporo-polinico constituído de pteridófitas, podocarpáceas, malpighiáceas, mirtáceas,

proteáceas, ulmáceas, euforbiáceas, mimosáceas, fabáceas e sapindáceas, entre outras (GARCIA et al., 2000). Dentre os macrofósseis, impressões e compressões foliares de *Annona* sp., *Nectandra* sp., *Apeiba* sp., *Luehea* sp., *Psidium* sp., *Sapindus* sp., foram identificados por Franco-Delgado (2002); Franco Delgado e Bernardes – de – Oliveira (2004), enquanto Bernardes – de – Oliveira et al., (2006a) registraram a presença de Myrtaceae, e Bernardes – de – Oliveira et al.(2006b) reconheceram a presença de folíolos de *Caesalpinia echinata* e *Machaerium* sp associados a grãos de pólen de *Margocolporites vanwijhei* e *Psilatricolporites* sp. Essa associação também é sugestiva da presença de floresta tropical atlântica, com pelo menos dois estratos, indicando um clima neoeoceno a eo-oligoceno mais úmido e quente que o atual para a área de Aiuruoca, concordando com as evidências dadas pelas tafofloras anteriores.

A transição do Eoceno para o Oligoceno (ca. 34 Ma.) foi um tempo de significativo resfriamento climático global e crescimento de aridez; grandes mudanças na circulação oceânica e o início do gelo sobre a Antártica. Consequentemente, foi um tempo de grande reorganização e redistribuição da vegetação global, refletindo estas tendências climáticas (GASTALDO; FERGUSON, 1998; WILLIS; McELWAIN, 2002; ). No Eo-Oligoceno, essa primeira glaciação na Antártica afetou, consideravelmente, os ecossistemas terrestres e marinhos, por todo o continente sul-americano, principalmente na Patagônia austral (ZACHOS et al., 2001).

Para o Oligoceno, conforme Wolfe (1985), os dados palinológicos mostram uma tendência para migração dos biomas desde os pólos até o equador em ambos os hemisférios. Durante esse tempo, o continente sul-americano apresentou formações vegetais muito diversificadas: *o bioma tropical sempre úmido* restringiu-se a uma faixa equatorial estreita e, ligeiramente oblíqua, desde aproximadamente 10°N até 10°S, na qual se inseria o norte e nordeste brasileiro. *O bioma subtropical de verão úmido* se estendia desde o Peru até o sul do Brasil, em uma faixa também oblíqua. Em faixa estreita, desde o norte do Chile até o Mar de La Plata, estendia-se um *bioma subtropical de verão úmido* com tendência para o *subtropical semi-desértico*. Desde 30° S, na área ocidental até 35° S na costa atlântica, também em faixa oblíqua, estendia-se o *bioma temperado moderado*, que chegava na costa, até 40° S. Dessa latitude para o sul até a Terra do Fogo, um *bioma temperado frio* se instalou (WILLIS; McELWAIN, 2002 e GARCIA et al., 2007).

As floras oligocenas brasileiras concentram-se no sudeste e estariam inseridas no *bioma subtropical de verão úmido*, sendo representadas nas formações Itatiaia – Bacia de

Resende (RJ), Tremembé – Bacia de Taubaté (SP) e São Paulo e Itaquaquecetuba – Bacia de São Paulo (SP).

A palinoflora presente na Formação Itatiaia (Bacia de Resende) é composta de pteridófitas, proteáceas, além de espécies de euforbiáceas, nictagináceas, solanáceas, fagáceas, meliáceas, sapotáceas, mirtáceas, ulmáceas, bombacáceas entre outros que sugerem *bioma subtropical de verão úmido*, entretanto, do tipo *floresta paratropical*. As gimnospermas estão representadas por *Dacrycarpites australensis* (Taxodiaceae), *Podocarpidites* (Podocarpaceae), *Pityosporites*, *Phyllocladites* e *Ephedripites* que indicariam condições climáticas mais frias e com estação fria bem marcada conforme Lima; Melo (1994).

Na Bacia de São Paulo, as formações São Paulo e Itaquaquecetuba tiveram seu registro palinológico estudado por Lima et al. (1991), Yamamoto (1995), Santos (2005), Santos et al. (2006 a,b) e Santos (2008). A palinoflora constitui-se de três ecozonas neoeocenas (SANTOS 2008) caracterizadas por um conjunto de palinomorfos como: *Bombacacidites clarus*, *Bombacacidites* sp. cf. *B. bombaxoides*, *Catinipollis geiseltalensis*, *Cicatricosisporites dorogensis*, *Echiperiporitis estelae*, *Echitriletes muelleri*, *Jandufouria seamrogiformis*, *Magnaperiporites spinosus*, *Margocolporites tenuireticulatus*, *Margocolporites vanwijhei*, *Perfotricolpites digitatus*, *Verrucatosporites usmensis*, *Striatopollis catatumbus*, *Scabraperiporites nativensis* e *Scabraperiporites asymmetricus*, e outros. Esse conjunto sugere indicações climáticas subtropicais úmidas, com estação fria bem marcada. Uma quarta ecozona eo-oligocena é marcada pela diminuição da diversidade palinoflorística e por uma grande expansão das gimnospermas *Dacrydiumites florinii* e *Podocarpites marwickii*, que sugere condições paleoclimáticas mais frias e secas que no Neoeoceno.

Santos (2008) interpretou essas condições climáticas eo-oligocenas como relacionadas às de todo o planeta, nesse intervalo de tempo, com domínio de gimnospermas relacionadas a um clima subtropical a temperado seco. Entretanto, ao se considerar as temperaturas médias oligocenas ainda muito elevadas em relação às atuais (WILLIS; McELWAIN; 2002), a hipótese mais plausível, seria a de clima mais seco e não exatamente mais frio.

### 3.3 – Conhecimentos prévios da paleoflora de Tremembé

Na Bacia de Taubaté (SP), a Formação Tremembé, exibe vários afloramentos de sua porção superior com níveis fitofossilíferos, afloramentos esses espalhados por muitos pontos da bacia, principalmente na área dos municípios de Taubaté e Tremembé, SP. Entre esses afloramentos citam-se o da Mina Nossa Senhora da Guia, Fazenda Santa Fé, Aligra e Jazigo da Rodovia Quiririm – Campos do Jordão km 11.

A partir de material proveniente do afloramento da Sociedade Extrativa Fazenda Santa Fé no município de Tremembé foram obtidos dados sobre a palinoflora da Formação Tremembé (Figura 3.4), que apresentou-se composta por esporos de fungos, algas e pteridófitas, diversidade de grãos de pólen de gimnospermas (*Podocarpidites*, *Pytiosporites*, *Dacrydiumites*, *Ephedripites* e *Phyllocladites*) e de angiospermas como: Poaceae, Liliaceae, Typhaceae, Bombacaceae, Malvaceae, Palmae, Thymeleaceae, Chenopodiaceae, Malpighiaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Sapotaceae, Polygalaceae, Onagraceae, Nyctaginaceae, Fabaceae e Meliaceae (WICKERT, 1974; FERREIRA; SANTOS, 1982; LIMA et al., 1985 a, b; LIMA et al., 1991; YAMAMOTO, 1995; MERCÊS, 2005; MERCÊS et al., 2006). Dados mais detalhados podem ser vistos no quadro abaixo sobre a microflora do afloramento da fazenda Santa Fé, extraído de Bernardes-de-Oliveira et al. (2002b).

Para o jazigo Quiririm-Campos do Jordão km 11, estudos de microflora foram realizados por Mercês (2005) e Mercês et al. (2006) enquanto uma lista preliminar de macrofitofósseis foi apresentada por Bernardes-de-Oliveira et al. (2002 a), como será visto adiante (figuras 3.6 e 3.7).

		AFINIDADE BOTÂNICA	TAXA
P A L I N O M O R F O S	FUNGOS		<i>Monoporisporites</i> sp.
			<i>Dicellaesporites</i> sp.
			<i>Didymoporisporonites</i> sp.
			<i>Dyadosporonites</i> sp.
			<i>Multicellaesporites</i> sp.
			<i>Pluricellaesporites</i> sp.
			<i>Diporicellaesporites</i> sp.
			<i>Callimothallus</i> sp.
			<i>Phragmothyrites</i> sp.
	algas		<i>Pediastrum</i> sp.1
			<i>Pediastrum</i> sp.2
			<i>Ovoidites</i> sp.
			<i>Zygnema</i> sp.
	Pteridófitas		<i>Cyathidites</i> sp.
			<i>Deltoidospora</i> sp.
			<i>Leiotrilletes</i> sp.
			<i>Leiotrilletes adriennis</i>
			<i>Leiotrilletes microadriennis</i>
			<i>Baculasporites</i> sp.
			<i>Echinatisporis</i> sp.
			<i>Cicatricosisporites dorogensis</i>
			<i>Cicatricosisporites baculatus</i>
			<i>Foveotrilletes</i> sp.
			<i>Hamulatisporis</i> sp.
			<i>Matonisporites</i> sp.
			<i>Piicatella</i> sp.
			<i>Polypodiaceiosporites</i> sp.
			<i>Cicatricosisporites</i> sp.
			<i>Microfoveolatosporites</i> sp.
			<i>Verrucatosporites</i> sp.
		<i>Perinomonoletes</i> sp.	
	GIMNOSPERMAS		<i>Monosaccate</i> sp.
			<i>Podocarpidites marwickii</i>
			<i>Podocarpidites aff. P. rugulosus</i>
			<i>Dacrydiumites florinii</i>
			<i>Ephedripites eocenipites</i>
			<i>Ephedripites tertiaris</i>
			<i>Ephedripites fusiformis</i>
			<i>Cicadopites</i> sp.
		<i>Ephedripites lusaticus</i>	
	ANGIOSPERMAS		<i>Liliacidites</i> sp.
			<i>Crototricolpites aff. C. annemariae</i>
		<i>Foveotricolpites</i> sp.	
		<i>Perfotricolpites digitatus</i>	
		<i>Striatopollis catatumbus</i>	
		<i>Perisyncolporites pokorny</i>	
		<i>Bombacacidites</i> sp.	
		<i>Myrtaceidites</i> sp.	
		<i>Psilatricolporites</i> sp.	
		<i>Rhoipites</i> sp.	
		<i>Graminidites</i> sp.	
		<i>Sparganiaceapollenites</i> sp.	
		<i>Corsinipollenites undulatus</i>	
		<i>Cricotriporites</i> sp.	
		<i>Malvacipollis spinulosa</i>	
		<i>Ulmoideipites krempii</i>	
		<i>Catinipollis geiseltalensis</i>	
	<i>Scabraperiporites cf. S. nativensis</i>		
	<i>Quadraplanus</i> sp.		

Figura 3.4 – Palinologia do afloramento Extrativa Santa Fé (extraído de BERNARDES-DE-OLIVEIRA et al. 2002b), com base em conhecimentos prévios de Yamamoto (1995)

Porém, o registro fitofossilífero dessa formação não se restringe a microfósseis, ao contrário, apresenta grande riqueza de macrofósseis. Por exemplo, nos procedentes da Mina Nossa Senhora da Guia, Mandarin-de-Lacerda (1985) foram encontrados elementos representantes das famílias Lauraceae, Leguminosae, Myrtaceae, Apocynaceae, frutos e sementes; nos afloramentos da Extrativa Santa Fé, de acordo com Duarte e Mandarin-de-Lacerda (1987, 1989 a,b, 1992), Mandarin-de-Lacerda et al. (1996) ocorrem megafósseis de Characeae, Pteridaceae, Taxodiaceae, Lauraceae, Phytolaccaceae, Tiliaceae, Poaceae, Leguminosae, Celastraceae, Loganiaceae, e Typhaceae, como pode ser visto na figura 3.5. e, no jazigo Quiririm-Campos do Jordão km 11, embora com acessibilidade, preservação e diversidade muito superiores, que lhe garantiriam, facilmente, a classificação de “Largerstätten”, apenas uma avaliação muito preliminar foi feita até o momento, em Bernardes-de-Oliveira et al (2002 a), como pode ser verificado na figura 3.6.

divisão/classe		Família	Taxa	Litologia	ano/autor	
Charophyta		Characeae	<i>aff. Chara</i> sp.		1987 Duarte e Mandarin de Lacerda	
Filicophyta		Pteridaceae	<i>Acrosticum</i> sp.		1987 Duarte e Mandarin de Lacerda	
Coniferophyta		Taxodiaceae	<i>aff. Cryptomeria</i> sp.		1987 Duarte e Mandarin de Lacerda	
M a g n o l i o p h y t a	M a g n o l i o p s i d a	Lauraceae	<i>Laurophyllum</i> sp.		1996 Mandarin de Lacerda et al.	
		Phytolaccaceae	<i>Seguiera alvarengai</i>	folhelho pirobetuminoso	1989b Duarte e Mandarin de Lacerda	
		Tiliaceae	<i>Luehea nervaperta</i>	folhelho acima do folh. Papiráceo	1989a Duarte e Mandarin de Lacerda	
		F a b a c e a e		<i>Leguminoalles</i> sp. " <i>incerts sedis</i> "		1989b Duarte e Mandarin de Lacerda
			Mimosoidea	<i>Legumes de mimosoidea</i>		1996 Mandarin de Lacerda et al.
			Caesalpinoidea	<i>Cassia</i> sp.	folhelho pirobetuminoso	1989b Duarte e Mandarin de Lacerda
				<i>Copaifera flexuosa</i>	folhelho pirobetuminoso	1989b Duarte e Mandarin de Lacerda
			Papilionoidea	<i>Machaerium ecinaciformium</i>	folhelho pirobetuminoso	1989b Duarte e Mandarin de Lacerda
				<i>Aeschynomene</i> sp.	folhelho pirobetuminoso	1989b Duarte e Mandarin de Lacerda
			Celastraceae	<i>Plenckia prima</i>	folhelho acima do folh. Papiráceo	1992 Duarte e Mandarin de Lacerda
		Loganiaceae	<i>Strychnos fossilium</i>	folhelho acima do folh. Papiráceo	1992 Duarte e Mandarin de Lacerda	
	Liliopsida	Poaceae	<i>aff. Poaceae</i>		1987 Duarte e Mandarin de Lacerda	
		Typhaceae	<i>Typha tremembensis</i>		1992 Duarte e Mandarin de Lacerda e 1996 Mandarin de Lacerda et al	

Figura 3.5 – Espécies de macrofitofósseis conhecidas da Fazenda Santa Fé, segundo a sistemática filogenética proposta pelo APG II (2003). Modificado de BERNARDES-DE-OLIVEIRA et al. (2002b).

Os registros palinoflorísticos e megaflorísticos neo-eocenos-eo-oligocenos são concordantes com a existência de um bioma subtropical de verão úmido, do tipo floresta paratropical dominando sobre a bacia conforme classificação de Willis; McElwin (2002), apontado por Garcia et al (2007). Esse bioma também foi apontado por Mercês (2005) e Mercês et al. (2006) como poderá ser visto adiante.

### 3.3.1 – Tafoflora de Quiririm

No afloramento Quiririm-Campos do Jordão km 11 da SP 123, da Formação Tremembé, que é o objeto do presente trabalho, Mandarim-de-Lacerda (1998) e Bernardes-de-Oliveira et al (2002a) apresentam uma típica tafoflora tropical e subtropical, constituída por Poaceae, Schizaceae, Salvinaceae, Phytolaccaceae, Myrtaceae, Celastraceae, Sapindaceae, Fabaceae, Ulmaceae e Typhaceae.

Corresponde a mais importante ocorrência de macrofitofósseis da Formação Tremembé, graças à diversidade de formas taxonômicas de angiospermas (Figura 3.6), conforme Bernardes-de-Oliveira et al. (2002a). Esses fitofósseis foram observados e coletados de três níveis fitofossilíferos distintos e descontínuos do afloramento.

Clado	Clado	Subclasse/Clado		Ordem	Família ou Subfamília		Genero e/ou Espécie
Monilophyta	Filicophyta	Leptosporangiates		Polypodiales	Schizaeaceae		
					Salviniaceae		
ANGIOSPERMAS	Monocotiledóneas	Commelinóides		Poales	Typhaceae		<i>Typha tremembensis</i>
					Poaceae/Cyperaceae		
	EUCOUIDRIDEOTILLEDONÉAS	ROSSIDEAS	Eurosídeas I	Caryophyllales	Phytolaccaceae		<i>aff. Seguiera alvarengai</i>
				Myrtales	Myrtaceae		
				Celastrales	Celastraceae		<i>aff. Plenckia</i>
				Fabales	Fabaceae	Faboidea	<i>aff. Machaerium</i>
							<i>aff. Aeschynomene</i>
						Caesalpinioidea	<i>aff. Copaifera</i>
	Eurosídeas II	Malvales					

Figura 3.6 - Espécies já identificadas no afloramento estudado, segundo a sistemática filogenética proposta pelo APG II (2003). Modificado de BERNARDES-DE-OLIVEIRA et al. (2002a).

Muito material procedente desse afloramento faz parte do acervo da coleção científica do Instituto de Geociências da USP e do Laboratório de Geociências da Universidade Guarulhos. A maior parte desse material aguarda estudo e o presente trabalho realiza análise paleobotânica de alguns elementos dessa assembléia.

A partir de estudos palinológicos desenvolvidos por Mercês (2005) e Mercês et al. (2006), a microflora desta ocorrência pôde ser conhecida como composta de (Figura 3.7).



Reino ou Divisão	Grupo	Gênero e/ou Espécie
Fungi	Amerosporae	<i>Inapertisporites</i> sp. <i>Nigrospora</i> sp. <i>Lacrimasporonites</i> sp. <i>Polyadosporites</i> sp.1 <i>Polyadosporitas</i> sp. 2 <i>Hypoxilonites fusiformis</i> <i>Hypoxilonites</i> sp.
	Didymosporae	<i>Dicellaesporites</i> sp.1 <i>Dicellaesporites</i> sp. 2
	Phragmosporae	<i>Multicellaesporites</i> sp. 1 <i>Multicellaesporites</i> sp. 2 <i>Multicellaesporites</i> sp. 3 <i>Pluricellaesporites</i> sp. 3
	Ascostroma	<i>Callimothallus</i> sp.
Chlorophyta	Chlorophyceae	<i>Botryococcus</i> sp. <i>Peltacystia</i> sp.
Monilophyta (Equisetales + Filicophyta)	Família Osmundaceae	<i>Biretisporites</i> sp.
	Dennstaedtiaceae (Lyndsaya)	<i>Deltoidospora minor</i>
	Cyatheaceae	<i>Cyathidites</i> sp.
	?	<i>Leiotriletes adriennis</i>
	?	<i>Leiotriletes</i> sp.
	Schizaceaceae	<i>Cicatricosisporites dorogensis</i> <i>Cicatricosisporites baculatus</i>
	Polypodiaceae	<i>Polypodiaceiosporites potonieii</i> <i>Verrucatosporites usmensis</i>
	?	<i>Concavisporites</i> sp.
Lycopodiphyta		<i>Hamulatisporites</i> sp. (monade) <i>Hamulatisporites</i> sp. (tétrade)
Pteriophyta		<i>Echitriletes muelleri</i> <i>Laevigatosporites ovatus</i>
Gymnospermae	Podocarpaceae	<i>Podocarpites</i> sp. 1 <i>Podocarpites</i> sp. 2 <i>Podocarpites</i> sp. 3 <i>Podocarpites</i> sp. 4 <i>Podocarpites</i> sp. 5
	<i>Dacrydium</i>	<i>Dacrydiumites florinii</i>
Angiospermae	Liliaceae	<i>Liliacidites</i> sp.
	Convolvulaceae	<i>Perfotricolpites digitatus</i>
	Malpighiaceae	<i>Perisyncolporites pokornyii</i>
	?	<i>Psilastephanocolporites</i> sp.
	Bombacaceae	<i>Bombocacidites reticulatus</i>
Aquifoliaceae	<i>Illexpollenites</i> sp.	

Reino ou Divisão	Grupo	Gênero e/ou Espécie
Angiospermae	Myrtaceae	<i>Myrtaceidites</i> sp.
	Euphorbiaceae	<i>Psilatricolporites operculatus</i> <i>Psilatricolporites costatus</i>
	?	<i>Retitricolporites clarensis</i> <i>Retitricolporites</i> sp.
	Poaceae	<i>Graminidites</i> sp. <i>Sparganiaceapollenites</i> sp.
	Proteaceae	<i>Proteacites</i> sp.
	?	<i>Stephanocolpites</i> sp.
	Ulmaceae	<i>Ulmoideipites krempii</i>
	Compositae	<i>Echiperiporites akanthos</i>
	Martiniaceae	<i>Catinipollis geiseltalensis</i>
	Chenopodiaceae	<i>Scabraperiporites</i> sp.
	Arecaceae	<i>Spinizonocolpites echinatus</i>
	?	<i>Clavatricolporites daemoni</i>

Figura 3.7- Palinomorfos da Formação Tremembé, Afloramento Quiririm, dados extraídos de Mercês (2005).

Finalizando a avaliação geral sobre as macrofloras, carpofloras e palinofloras (termos utilizados por GASTALDO; FERGUSON, 1998) do paleógeno paulistas, pode-se afirmar que as investigações ainda devem prosseguir no aprimoramento dos conhecimentos sobre a composição florística, as análises morfográfica e tafonômica de cada ocorrência. Estas investigações são necessárias para que se torne possível, num futuro breve, a integração dos dados tafoflorísticos e geológicos, no estabelecimento de correlações estratigráficas, bem como, nas inferências fitogeográficas e paleoclimáticas, tendo como fim a reconstituição das sucessões paleoflorísticas cenozóicas, isto é, a reconstituição da história geológica vegetal, principalmente, paleógena sobre o território meridional brasileiro.

As tafofloras paleógenas brasileiras desde o paleoceno até o oligoceno têm suas composições florísticas listadas aqui na tabela 3.8.

TÁXONS		ÉPOCAS	PALEOC.			EOCENO		EOC/OLIG	OLIGOCENO					
						INF.	M. SUP.		BRASIL					
ORDEM	FAMÍLIA	LOCALIDADE												
		GÊNERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
ALGAS VERDES	Charophyceae	<i>Chara</i>									x			
HEPATICAE	Isotachiaceae	<i>Isotachis</i>											x	
MONILOPHYTA	Schizaeaceae	<i>Anemia</i>					x							
	Pteridaceae	<i>Adiantum</i>									x	x		
		<i>Bommeria</i>										x		
	Dennstaedtiaceae	<i>Lindsaea</i>											x	
	Aspleniaceae	<i>Asplenium</i>					x							
	Blechnaceae	<i>Blechnum</i>							x					
	Salvinaceae	<i>Salvinia</i>										x		
CONIFERALES	Araucariaceae	<i>Araucaria</i>										x		
	Podocarpaceae	<i>Podocarpus</i>				x						x		
	Taxodiaceae	<i>Cryptomeria</i>									x	x		
NYMPHAEALES	Nymphaeaceae	<i>Nymphaea</i>										x		
LAURALES	Monimiaceae	<i>Laurelia</i>												
		<i>Peumus</i>												
		<i>Siparuna</i>					x							
	Lauraceae	<i>Cryptocarya</i>										x		
		<i>Nectandra</i>								x				
		<i>Ocotea</i>									x		x	x
	<i>Notophoebe</i>													
MAGNOLIALES	Annonaceae	<i>Annona</i>					x		x					
		<i>Oxandra</i>					x							
ALISMATALES	Alismataceae	<i>Echinodorus</i>											x	
	Araceae	<i>Monstera</i>											x	
ARECALES	Arecaceae	<i>Nypa</i>		x										
POALES	Typhaceae	<i>Typha</i>									x	x		

TÁXONS		ÉPOCAS	PALEOC.			EOCENO		EOC/OLIG	OLIGOCENO						
						INF.	M. SUP.								
ORDEM	FAMÍLIA	LOCALIDADE	BRASIL												
		GÊNERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
RANUNCULALES	Berberidaceae	<i>Berberis</i>													
	Menispermaceae	<i>Abuta</i>					x								
		<i>Chondrodendron</i>					x								
CARYOPHYLLALES	Phytolaccaceae	<i>Seguiera</i>									x				
MYRTALES	Myrtaceae	<i>Campomanesia+</i>								x					
		<i>Eugenia+</i>								x					
		<i>Myrcia</i>									x		x	x	
		<i>Myrciaria+</i>							x	x					
		<i>Myrtifolium</i>									x				
		<i>Psidium+</i>									x	x		x	
	Melastomaceae	<i>Bertonia</i>												x	
		<i>Miconia</i>						x							
		<i>Tibouchina</i>						x							
	Combretaceae	<i>Combretum</i>						x							
		<i>Terminalia</i>						x							
	Vochysaceae	<i>Qualea</i>							x						
		<i>Vochysia</i>						x							
CELASTRALES	Celastraceae	<i>Plenkia</i>										x			
FABALES	Fabaceae	<i>Inga</i>											x		
		Mimosoideae	<i>Mimosa</i>					x							
			<i>Mimosocarpum</i>									x			
			<i>Piptadenia</i>												x
		Caesalpinioideae	<i>Schizolobium</i>						x						
			<i>Caesalpinia+</i>						x			x			
			<i>Cassia</i>						x	x				x	x
		Faboideae	<i>Copaifera</i>											x	
			<i>Aeschynomene</i>											x	
			<i>Arachis</i>												x
			<i>Machaerium+</i>									x			x
		Incertae sedis	<i>Sophora</i>												x
			<i>Acrocarpus</i>				x								
<i>Leguminosites</i>												x			
		<i>Leguminoxylum</i>						x							

TÁXONS		ÉPOCAS	PALEOC.			EOCENO		EOC/OLIG	OLIGOCENO					
						INF.	M. SUP.							
ORDEM	FAMÍLIA	LOCALIDADE	BRASIL											
		GÊNERO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
MALPIGHIALES	Chrysobalanaceae	<i>Licania</i>						x						
		<i>Hirtela</i>						x						
	Euphorbiaceae	<i>Homalantus</i>					x							
	Linaceae	<i>Sacoglottis</i>	x											
	Malpighiaceae	<i>Banisteria</i>					x							
		<i>Byrsonima</i>											x	
Passifloraceae	<i>Passiflora+</i>								x					
Salicaceae	<i>Casearea</i>											x		
ROSALES	Ulmaceae	<i>Celtis</i>		x	x									
	Rhamnaceae	<i>Ramniphyllum</i>											x	
MALVALES	Malvaceae	<i>Apeiba+</i>								x				
		<i>Luehea+</i>					x			x		x	x	
		<i>Eriotheca</i>					x							
SAPINDALES	Sapindaceae	<i>Sapindus+</i>					x	x	x					
		<i>Serjania</i>											x	
	Anacardiaceae	<i>Laurophyllum</i>								x				
	Meliaceae	<i>Cedrela</i>					x							
		<i>Calodendrum</i>					x							
		<i>Zanthoxylum</i>				x								x
<i>Dictyoloma</i>								x						
Rutaceae	<i>Erithochiton</i>					x								
ERICALES	Myrsinaceae	<i>Myrsines</i>					x							
GENTIANALES	Loganiaceae	<i>Strychnos</i>										x		
	Apocynaceae	<i>Apocyniphyllum</i>								x				
		<i>Jacaranda</i>					x							
		<i>Arrabideae</i>					x							
	Rubiaceae	<i>Tocoyena</i>											x	

Figura 3.8- Ocorrência cronológica e geográfica de gêneros de megarrastos vegetais em sedimentos paleógenos brasileiros com destaque, em vermelho, para as ocorrências oligocenas : 1- Irituia (PA); 2- Maria Farinha (PE); 3- Itaboraí (RJ); 4- Bonfim (SP); 5- Fonseca (MG); 6- Gandarela (MG); 7- Aiuruoca MG; 8- Mina Nossa Senhora da Guia (SP); 9- Fazenda Santa Fé (SP); 10 Quilômetro 11 da Rodovia Quiririm Campos do Jordão (SP); 11- Itaquaquecetuba (SP).

## CAPÍTULO 4 – MÉTODOS PALEOBOTÂNICOS E MATERIAL ESTUDADO

### 4.1 – Fundamentos teóricos dos métodos de estudos paleobotânicos

#### 4.1.1 – Métodos tafonômicos

Os estudos paleobotânicos envolvem a pesquisa ou análise e a obtenção de dados sobre processos tafonômicos, taxonomia das formas fósseis, morfologia e anatomia adaptativas, expressas nos fitofósseis e interpretação desses dados do ponto de vista paleoecológico, paleoclimático, paleofitogeográfico e estratigráfico, visando com isto à reconstituição, a mais próxima possível, das comunidades vegetais originais (Figura 4.1).

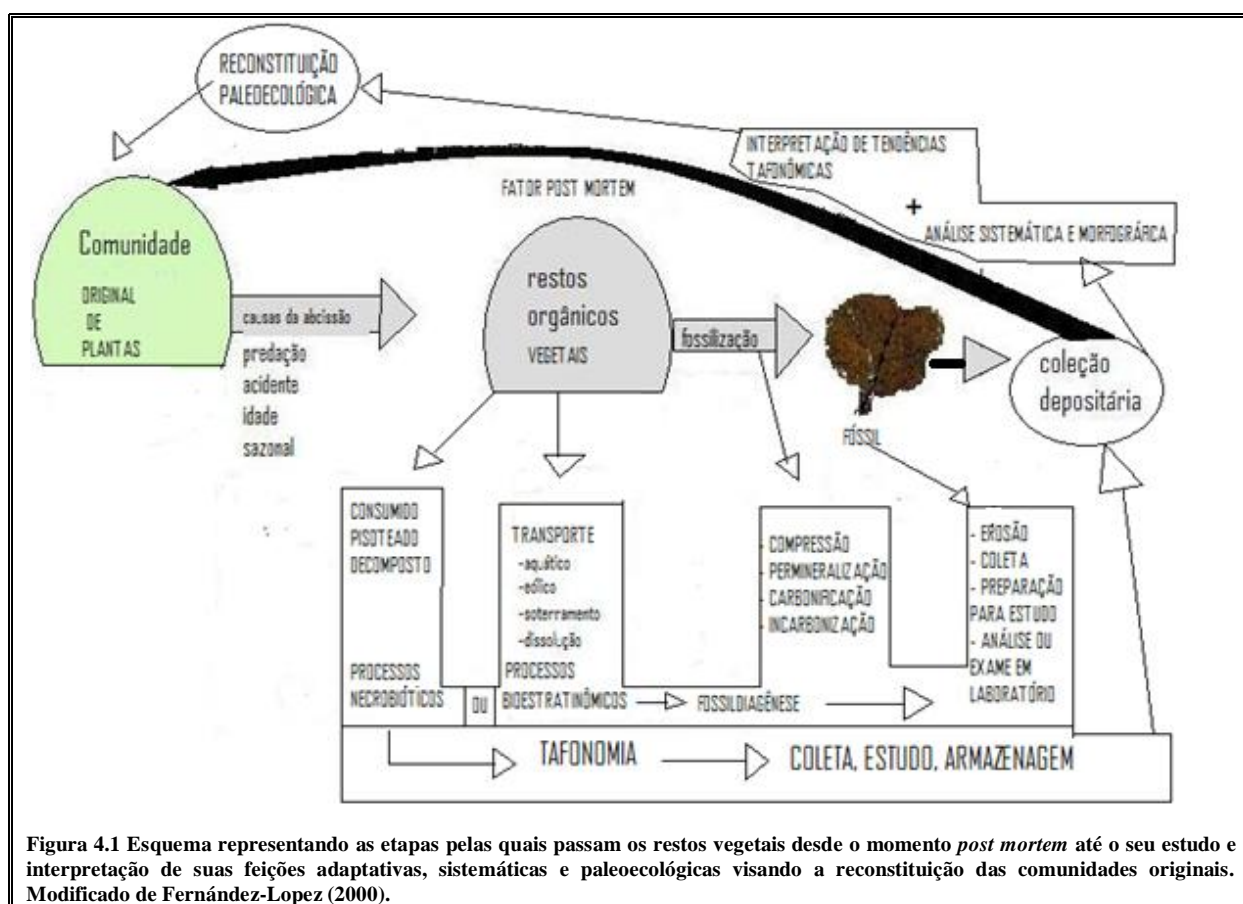


Figura 4.1 Esquema representando as etapas pelas quais passam os restos vegetais desde o momento *post mortem* até o seu estudo e interpretação de suas feições adaptativas, sistemáticas e paleoecológicas visando a reconstituição das comunidades originais. Modificado de Fernández-Lopez (2000).

A primeira etapa dos estudos paleobotânicos consiste na análise tafonômica, que é um instrumento importante e requerido para reconstruções ambientais de comunidades vegetais antigas.

A tafonomia vegetal pode ser definida como o estudo da transição dos restos vegetais desde os organismos vivos até as assembléias fósseis, isto é, incorpora processos desde a abscisão inicial de partes da planta, seu transporte (por ar e/ou água) até o lugar de deposição,

o soterramento e a subsequente litificação ou diagênese (EFREMOV, 1940; GREENWOOD, 1991), caso esta fossilização não tenha ocorrido *in situ*.

Portanto, a tafonomia envolve processos necrobióticos, bioestratinômicos e diagênicos (Figura 4.1).

Os processos necrobióticos são os que conduzem à produção de fragmentos vegetais a partir da planta original informando sobre a fisiologia desta. Entre os processos que podem ser delineados a partir de estudos ou análises necrobióticos estão os referentes ao hábito da planta mãe, como a retenção ou não de órgãos foliares sobre a planta, predação, acidentes, doenças, idade, sazonalidade, a quantidade relativa de grãos de pólen produzidos pelas diferentes plantas e a importância da dinâmica dos incêndios naturais sobre as comunidades vegetais antigas (GREENWOOD, 1991).

O exame bioestratinômico é um instrumento fundamental para elucidação dos habitats das plantas fósseis. Numerosos dados experimentais permitem aos paleobotânicos avaliar o papel do transporte na origem das assembléias fósseis. Assembléias vegetais autóctones, que são caracterizadas pela preservação de estruturas radiculares fósseis, são relativamente raras na natureza. Em consequência, a busca por informação paleoecológica de assembléias para autóctones a alóctones têm tido uma prioridade em tafonomia. Como resultado disso, modelos tafonômicos têm sido elaborados em contextos sedimentológicos bem conhecidos, tais como pequenos deltas lacustres, que permitem fazer a distinção entre restos vegetais riparianos ou perideltaicos.

Os processos diagenéticos modificam os restos vegetais após o soterramento. As diferenças nos graus de transformações ou alterações durante a fossilização fornecem informações sobre a morfologia original e a composição bioquímica do tecido vegetal, que são também úteis, paleoecologicamente. Por exemplo, a diagênese do âmbar modifica, bioquimicamente, a resina em novas moléculas, que são ainda informativas a partir do ponto de vista quimiotaxonômico, (MARTIN-CLOSAS; GOMEZ, 2004).

A segunda etapa consiste em analisar taxonomicamente a assembléia, o que é possível observando-se a flora atual de “parentes vivos mais próximos” (sigla em inglês, NLR = *Nearest Living Relatives*) (GREEN, 2006; DOS SANTOS et al., 2007).

Os fósseis são classificados, taxonômicamente, em grupos de plantas modernas, verificando quais são as espécies atuais mais afins e suas preferências ecológicas. Encontra-se uma área onde uma comunidade destas formas viventes afins é abundante e infere-se sobre as condições climáticas por comparação (WOLFE, 1995). Apesar de amplamente utilizado, o método acima citado é bastante inexato pois deve ser considerado que existem exigências

adaptativas que se desenrolam ao longo do tempo. Na melhor das hipóteses o método florístico pode ser usado para identificar tendências mais amplas no clima (WOLFE, 1995; WALLACE, 2002).

#### 4.1.2 - Métodos fisiognômicos foliares

O método fisionômico se utiliza das feições foliares ou fisiognomia das folhas. Apesar de se limitar à análise de folhas, é um método que permite uma investigação mais quantitativa que o estudo de caules, sementes e grãos de pólen que não exibem traços marcantes relacionados ao ambiente (WALLACE, 2002). Entre outras características analisadas encontra-se: margem lisa X denteada; proporção: largura X comprimento; formas do ápice e base, entre outros. (WOLFE, 1993).

O início desta análise se faz relacionando características de folhas modernas aos parâmetros climáticos (WOLFE, 1995). As assembléias foliares são coletadas de regiões limitadas para as quais há dados meteorológicos disponíveis. As folhas são então medidas sob vários ângulos: tamanho, proporção, forma, presença ou ausência de dentes marginais, entre outros. Ao analisar, são observadas as porcentagens de correspondências multivariadas entre os espécimes, esta análise é chamada de CLAMP (Climatic Leaf Analysis Multivariate Program). Nas assembléias modernas, 70% das variações fisiognômicas podem ser explicadas por pressão da temperatura e água (WOLFE, 1993). A aplicação do método CLAMP para a flora fóssil assume que os parâmetros climáticos podem explicar a variação fisiognômica. Então, segundo Green (2006), essa variação pode ser usada para inferir parâmetros climáticos.

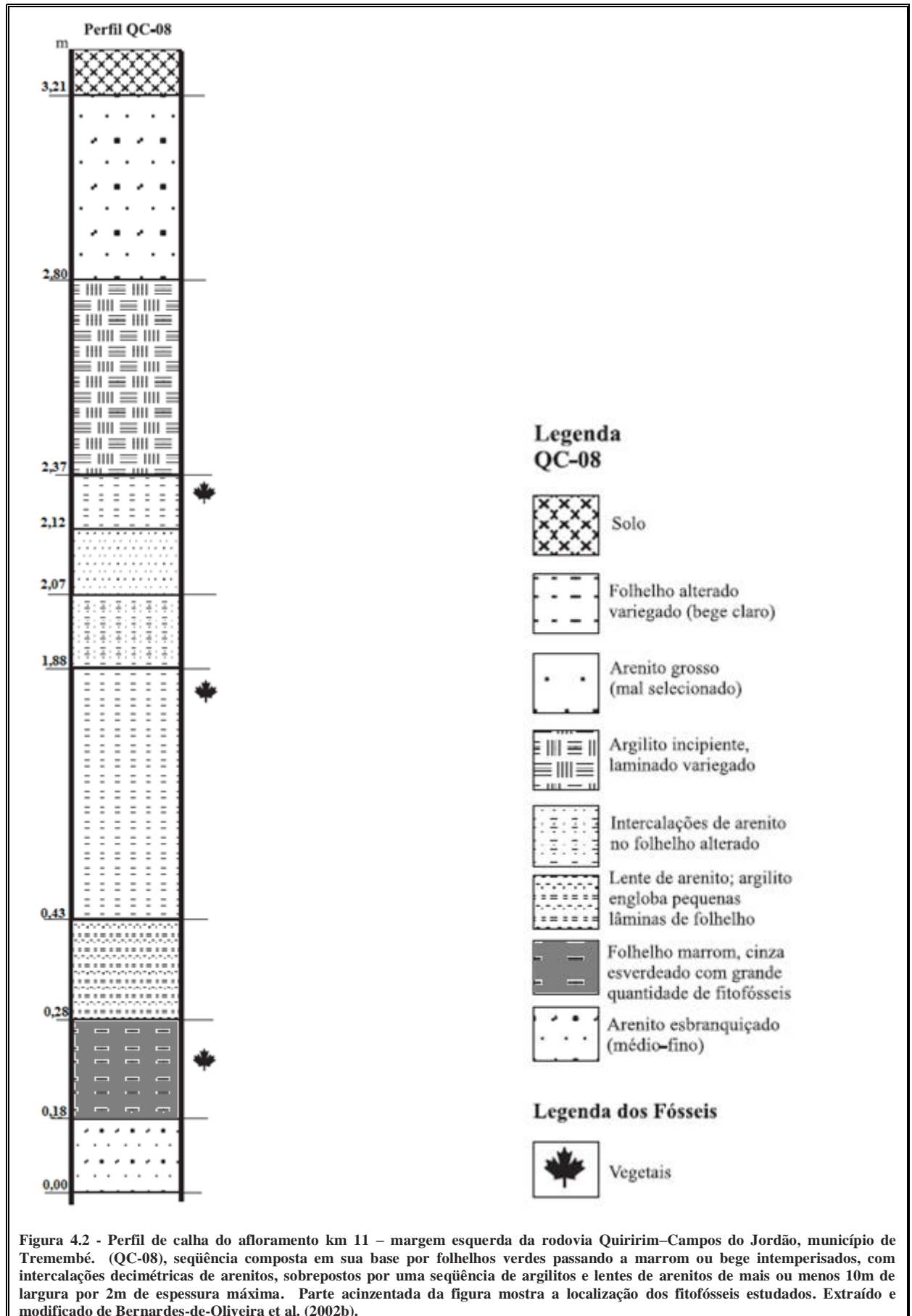
Para a utilização do método CLAMP a assembléia deve conter mais de 20 espécies analisadas em, aproximadamente, 30 caracteres fisiognômicos diferentes. Esse método é, estatisticamente, seguro e objetivo para caracterização de uma assembléia de eudicotiledôneas lenhosas. Por ser um método matemático, baseado em informações de medidas, é bem objetivo, porém, não há considerações físicas ou biológicas nessa análise de correspondências. Por exemplo, apesar de se ter o dado sobre a relação entre o tamanho da folha e a temperatura, ainda não há uma explicação sobre o porquê dessa relação (DOS-SANTOS et al., 2007).

## 4.2 – Material estudado

O material estudado é proveniente de três níveis de folhelho marrom a cinza-esverdeado, do afloramento da Formação Tremembé situado no km 11 da rodovia SP 123 sentido Quiririm – Campos do Jordão, município de Tremembé, na região leste do Estado de São Paulo (22° 58'30" de latitude S e a 45° 37'10" de longitude W), numa altitude de 600



metros do nível do mar. Nessa exposição observam-se, à base, folhelhos pirobetuminosos recobertos por lentes de arenito arcoseano e bancos de argilito, ambos variegados, localmente entremeados de concreções e crostas limoníticas, apresentando nos níveis mais superiores, grande alteração de cor devido ao intemperismo químico e biológico. O afloramento corresponde a um corte de estrada (barranco) de, aproximadamente, 100 metros de comprimento, por 5 metros de altura do leito da estrada. Esse afloramento apresenta grandes lentes de arenito e bancos de argilito, ambos variegados e recobrem uma camada de folhelho pirobetuminoso, situado na base do afloramento, concreções e crostas limoníticas permeiam, principalmente, os níveis superiores (Figura 4.2 e Estampa I).



Nesse afloramento, a Profa. Dra. Mary Elizabeth Cerruti Bernardes-de-Oliveira e equipe do IGc/USP e a Profa. Dra. Maria Judite Garcia e equipe do Laboratório de Geociências da UnG realizaram durante os anos de 1996 e 1997, um estudo e coleta intensivos de fosséis, sob os auspícios do Projeto FAPESP 95/04858-0. na ocasião, 10 calhas verticais foram abertas visando um levantamento de perfis colunares e nos níveis mais fossilíferos. Dessas 10 calhas, a de número QC-08 tem seu perfil aqui reproduzido na figura 4.2. O material estudado é proveniente, principalmente, das calhas QC-06 e QC-08 do nível de folhelho mais inferior de 10cm de espessura entre as cotas 3,03 e 2,93m a partir do nível do solo do afloramento.

### 4.3-Métodos utilizados no estudo

#### 4.3.1 – Métodos de Campo

No campo já fora feita a elaboração de secção colunar do afloramento para localização do nível fossilífero e nova coleta de material.



Figura 4.3 - Afloramento da Formação Tremembé próximo ao local estudado

#### 4.3.2 – Métodos de Laboratório

Preparação mecânica, catalogação, identificação preliminar, documentação gráfica (desenhos e fotos), preparação química do material e de cutículas fósseis, obtenção de dados (mensuração e descrição das feições morfográficas) conforme LAWG (1999).

Depois de coletados, os espécimes passaram por uma preparação mecânica, visando facilitar o trabalho de identificação e mensuração. Nessa etapa, foram utilizados martelotes, talhadeiras e vibro-graver. Posteriormente, os mesmos foram catalogados na coleção de fósseis do Laboratório de Geociências da Universidade Guarulhos e para tanto receberam uma numeração e identificação em uma listagem preliminar das amostras. Foram obtidas fotomicrografias dos espécimes a serem estudados, com câmera fotográfica dotada de lente de aproximação e fotomicrografias obtidas sob fotoestereomicroscópio e elaborados desenhos em câmara clara, visando análise detalhada do material a ser descrito vide estampas. Para fins de identificação taxonômica, realizam-se análises dos espécimes incluindo: observação, desenhos, descrição e mensuração, Figura 4.4; identificação do material por comparação com literatura especializada e material atual clarificado.

Preparações químicas do material incarbonizado visando à obtenção de cutículas, estudos de cutícula em microscópio óptico de luz transmitida e em MEV, fazem parte de estudos futuros. Entretanto, em um caso isolado foi tentado a preparação química, pelo método de Shultz, do material de um espécime visando extração de sua cutícula sem sucesso.

##### 4.3.2.1 – Métodos de Análise Morfográfica

A análise morfográfica dos espécimes foliares exigiu a utilização de paquímetro digital para medidas lineares tais como: o tamanho das folhas, o tamanho e espessura da venação primária. Para a determinação dos ângulos e formas da base e ápice de cada espécime foi necessário o emprego de transferidor, régua e reprodução gráfica feita em câmara clara para melhor visualização e mensuração. Para cálculos de área foliar utilizou-se o método aproximativo do Leaf Architecture Working Group (LAWG, 1999).



Figura 4.4 análise morfográfica sendo executada no Laboratório de Palinologia e Paleobotânica “Prof. Dr. Murilo Rodolfo de Lima” na Universidade Guarulhos (UnG).

Para a análise morfográfica do material também estão sendo empregados os termos e a seqüência de observações propostas no Manual of Leaf Architecture, (LAWG, 1999), cujos passos seguem, em tradução livre e ligeiramente simplificados, abaixo:

4.3.2.1 – Termos e seqüência de passos na análise das feições morfográficas, segundo LAWG (1999).

A) Tipos de pecíolo

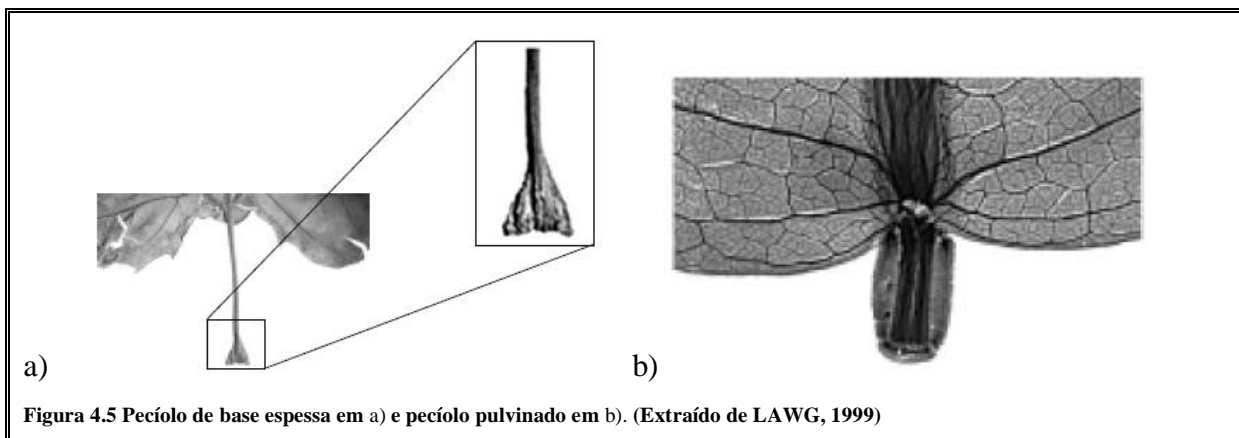


Figura 4.5 Pecíolo de base espessa em a) e pecíolo pulvinado em b). (Extraído de LAWG, 1999)

Base espessa: pecíolo mais espesso na região que se fixa ao nodo (Figura 4.5a).

Pulvinado - tendo uma porção abruptamente inchada perto do nó da conexão lâmina/pecíolo permitindo que a folha se flexione (por exemplo leguminosas). (Figura 4.5b).

B) Tamanho do limbo

O tamanho do limbo é determinado medindo a área da folha. Uma aproximação pode ser feita medindo o comprimento e largura da folha em milímetros e multiplicando o comprimento X largura X 2/3. Pode ser usado um modelo em transparência para folhas incompletas.

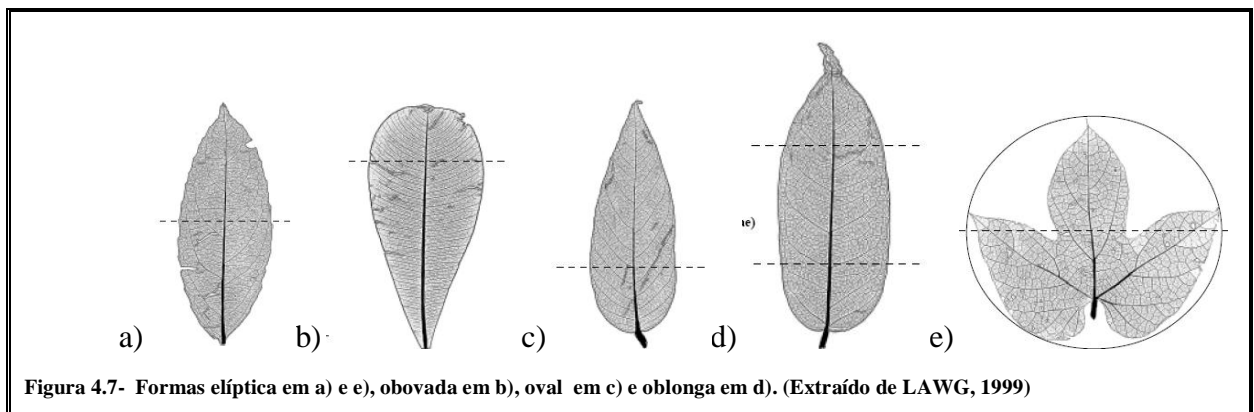
A figura 4.6 mostra as diferentes medidas para áreas do limbo

Classe de lâmina	Área da folhas em mm <sup>2</sup>
Leptofila	<25
Nanofila	25 – 225
Microfila	225 – 2025
Notofila	2025 – 4500
Mesófila	4500 – 18225
Macrofila	18225 – 164025
Megafila	>164025

Figura 4.6 – Tamanho do Limbo

C) Forma laminar

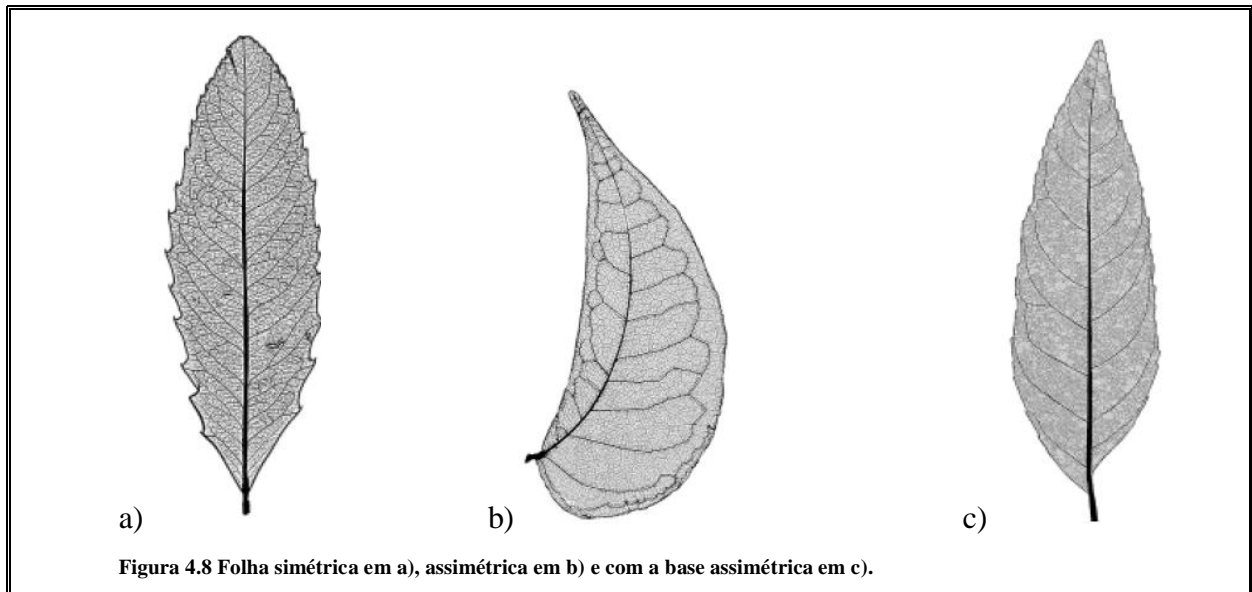
O modo mais simples para descrever a forma global da lâmina é localizar o eixo ou, em alguns casos, a zona de maior largura que existe perpendicular ao eixo de maior comprimento (eixo longo). Deste modo, as formas encontradas são: elíptica onde a parte mais larga da folha está em um eixo no quinto mediano do eixo longo da folha (figura 4.7 a, e); obovada quando a parte mais larga da folha está em um eixo apical 2/5 da folha (figura 4.7 b); oval quando a parte mais larga da folha está em um eixo basal 2/5 da folha (figura 4.7 c) e oblongo se a parte mais larga da folha é uma zona mediana 1/3 do eixo longo onde as margens opostas são aproximadamente paralelas (figura 4.7 d).



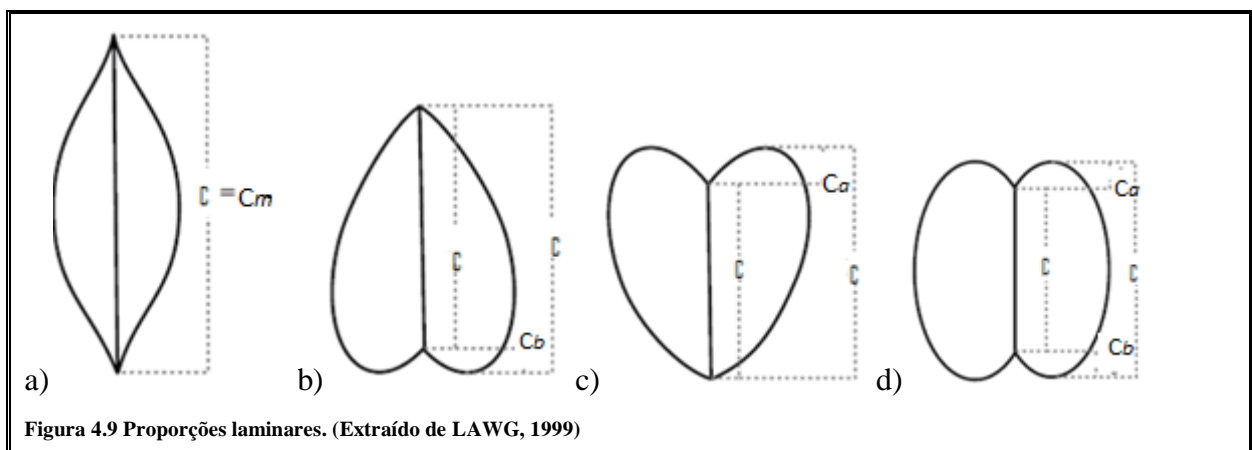
D) Simetria laminar:

A folha é considerada simétrica quando a lâmina é semelhante em ambos os lados da veia primária (Figura 4.8 a); se um lado é diferente do outro, a folha é considerada assimétrica (Figura 4.8 b). porém, há casos em que só a base é assimétrica (figura 4.8 c).





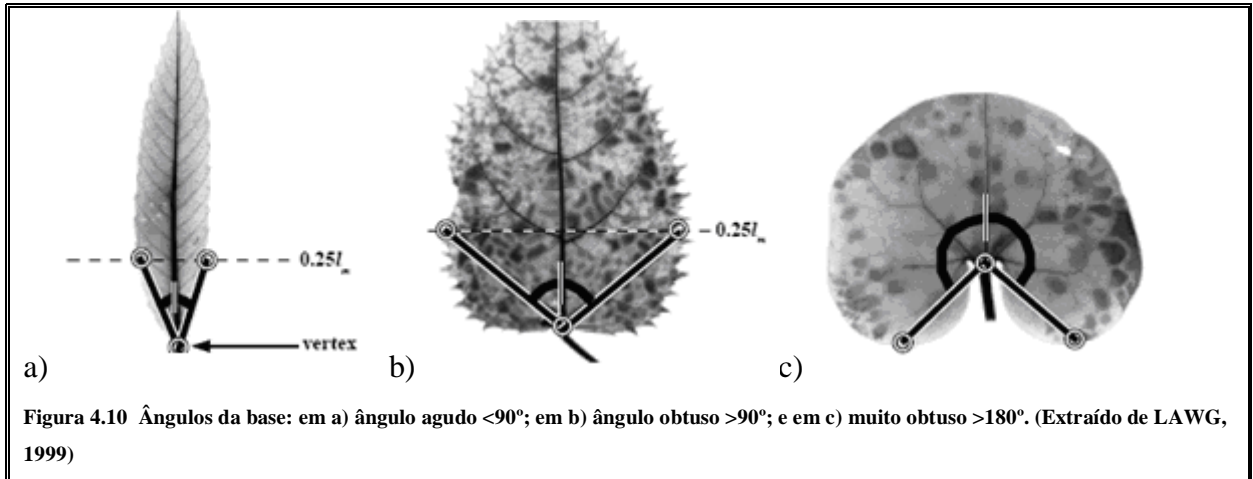
E) Proporção (C:L) máxima laminar: do ponto mais proximal ao mais distal da veia primária temos o comprimento médio ( $C_m$ ; Figura 4.9 a e d); Extensão do comprimento apical ( $C_a$ ) é o ponto mais distante, perpendicularmente, na região apical do tecido da folha em relação à veia primária (Figura 4.9 c e d); Extensão do comprimento basal ( $C_b$ ) é o ponto mais distante, perpendicularmente, na região basal do tecido da folha em relação à veia primária (Figura 4.9 b e d).



#### F) Ângulo da base

O vértice do ângulo basal está no centro do pecíolo no ponto de inserção do pecíolo na base laminar. Ângulo basal é o ângulo que abrange do vértice até os pontos onde uma linha perpendicular a venação primária intercepta a margem no primeiro quarto basal (figuras 4.10 a e 4.10 b)

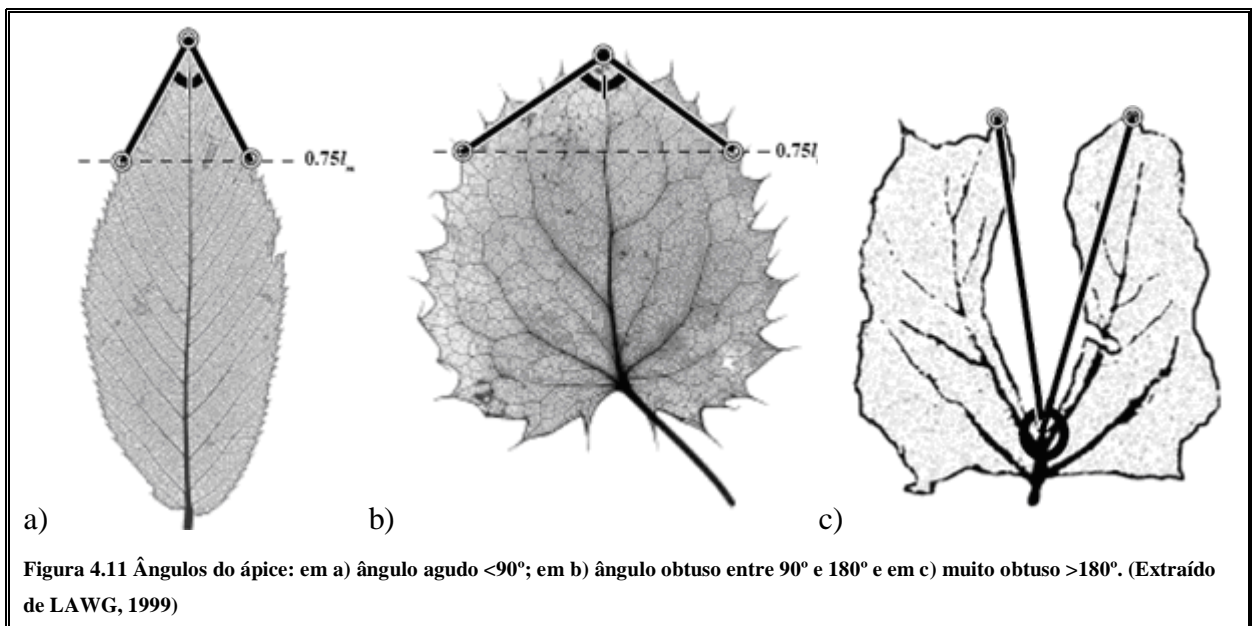
Em folhas com uma extensão basal (lobos basais), o ângulo basal deve ser medido do mesmo ponto de vértice até os pontos mais basais de cada lado da folha (figura 4.9 c). O ângulo basal sempre é medido do lado apical dos raios em folhas onde o ângulo é maior que  $180^\circ$ . Folhas peltadas são definidas como tendo um ângulo circular.



#### G) Ângulo do ápice

Ângulo de ápice é o ângulo da extremidade apical da venação primária até o par de pontos onde uma linha perpendicular a venação primária intercepta a margem a  $\frac{3}{4}$  do comprimento total da veia mediana (figuras 4.11 a, 4.11 b e 4.11 c).

O ângulo apical sempre é medido do lado basal dos raios, até mesmo em folhas onde o ângulo é maior que  $180^\circ$ .

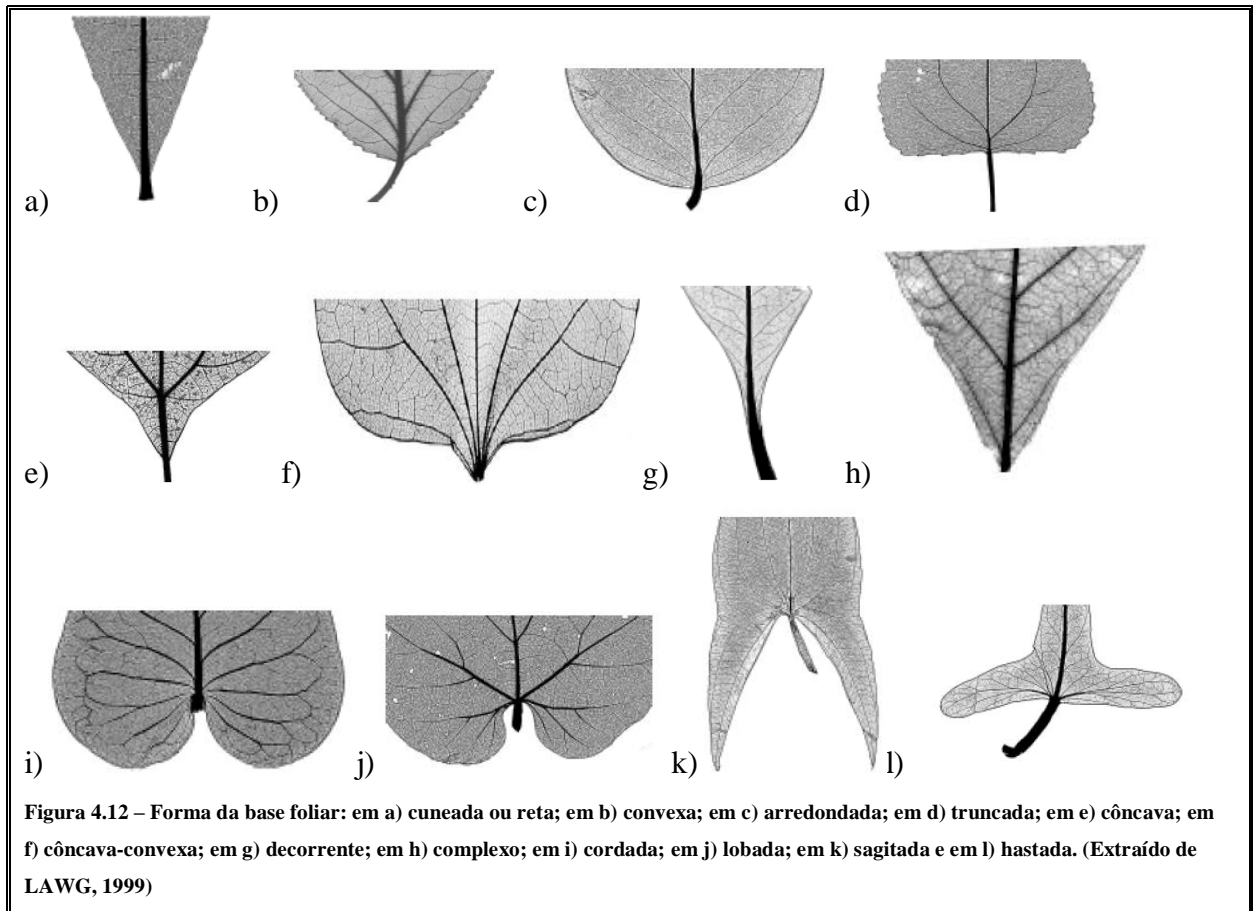


#### H) Forma da base

É definida considerando-se os 25% da lâmina (0 -  $0.25C$  como na figura 4.8 a, e).

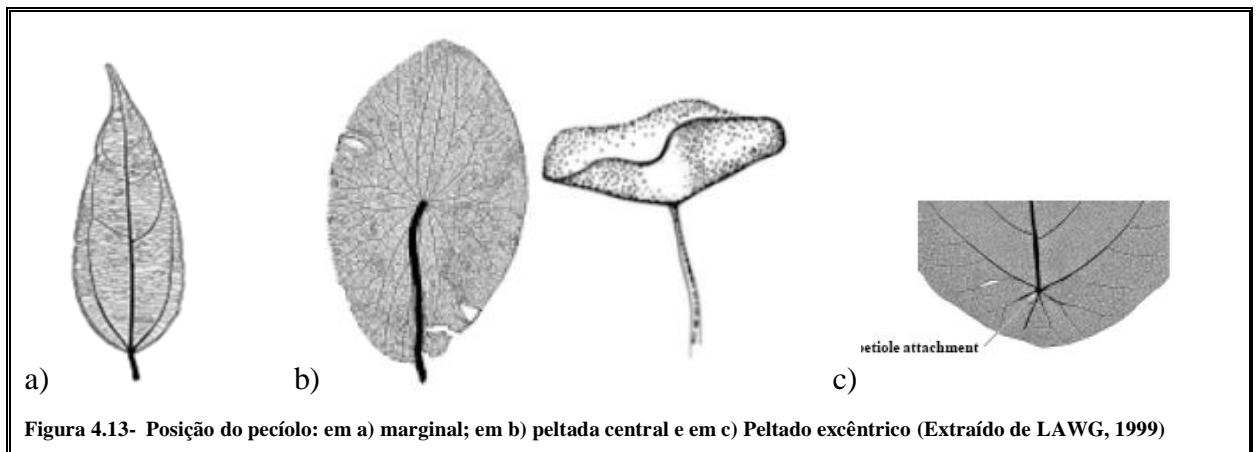


Quando a margem entre a base e 0.25 do comprimento laminar não tem qualquer curvatura significativa ( $Cb = 0$ ) a base é considerada cuneada ou reta (Figura 4.12 a). Se a margem entre a base e 0.25C encurva-se para fora em relação ao centro da folha ( $Cb = 0$ ), a base é considerada convexa (Figura 4.12 b). Existe um subtipo de convexo no qual a margem forma um arco suave ao redor da base ( $Cb = 0$ ) e, nesse caso a base é chamada de arredondada (Figura 4.12 c). Um outro subtipo de convexo no qual a base termina abruptamente em corte, com margem perpendicular à venação primária ou quase assim é chamada de truncada (figura 4.12 d). Se a margem entre a base é 0.25C e encurva-se para o centro da folha, esta chama-se côncava (Figura 4.12 e). Quando a margem entre a base e 0.25C é basalmente côncava e apicalmente convexa denomina-se côncavo-convexa (Figura 4.12 f). Um subtipo de côncavo ou côncavo-convexo no qual o tecido laminar estende-se basalmente, ao longo do pecíolo, a um ângulo, gradualmente, decrescente é a base decorrente (Figura 4.12 g). Quando há mais que dois pontos de inflexão na curva da margem entre a base a 0.25C, denomina-se esta de complexa (Figura 4.12 h). Se, por outro lado, a base da folha é embainhada em um sinus com lados retos ou convexos, considera-se cordada (Figura 4.12 i). Se houverem projeções arredondadas com margens internas (em direção ao pecíolo ) côncavo em parte, considera-se lobada (Figura 4.12 j). Se existirem lóbulos pontiagudos estreitos com ápices basalmente dirigidos, i.e. a um ângulo de 125° ou maior a partir do eixo da folha então essa base é sagitada (Figura 4.12 k). Por último, se forem observados dois lóbulos pontiagudos estreitos que têm ápices dirigidos exmedialmente, i.e. a 90°-125° a partir do eixo da folha, então essa base é hastada (Figura 4.12l).



#### I) Posição de fixação do pecíolo

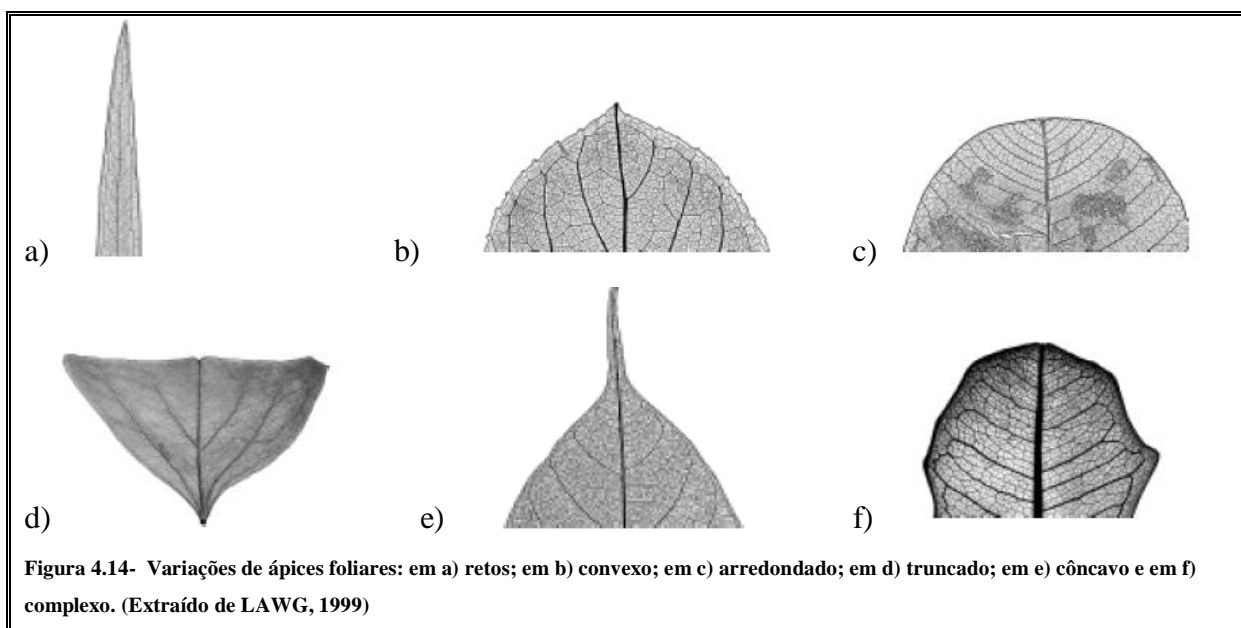
Existem três formas de fixação do pecíolo: quando a inserção do pecíolo ocorre à margem da folha é denominado marginal (Figura 4.13 a). Se o pecíolo é preso dentro dos limites da margem e próximo ao centro da folha, então chama-se peltado central (Figura 4.13 b). Porém, se o pecíolo está preso dentro dos limites da margem mas próximo da extremidade basal então ele será classificado como peltado excêntrico (Figura 4.13 c)



## J) Forma do ápice

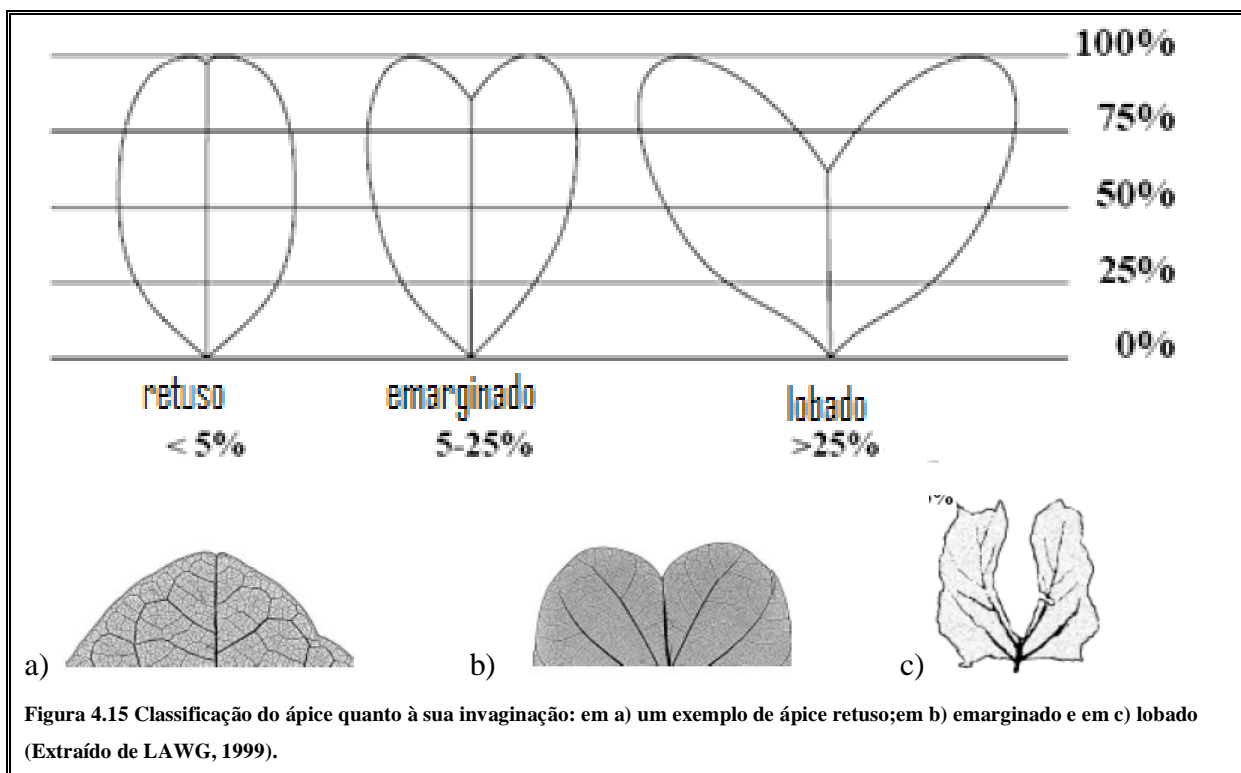
Estas definições aplicam-se nos 25% apicais da lâmina foliar (0.75C – 1C como na Fig. 4.8).

O ápice será considerado reto se a margem entre o ápice e 0.75C não tem curvatura alguma significativa (Figura 4.14 a). Se a margem entre o ápice e 0.75C encurva-se para fora do centro da folha o ápice é denominado convexo (Figura 4.14 b). Há um subtipo de convexo no qual a margem forma um arco suave ao longo do ápice, este chama-se arredondado (Figura 4.14 c). Porém, se o ápice termina abruptamente, como se fosse cortado, com margem perpendicular à venação primária ou quase isso, esse é classificado como truncado (Figura 4.14 d). Será acuminado se a margem entre o ápice e 0.75C for côncava, encurvando-se em direção ao centro da folha, ou é, basalmente, convexo e apicalmente côncavo (Figura 4.14 e). Por último chamamos de complexo quando há mais que dois pontos de inflexão na curva da margem entre o ápice e 0.75C. (Figura 4.14 f).



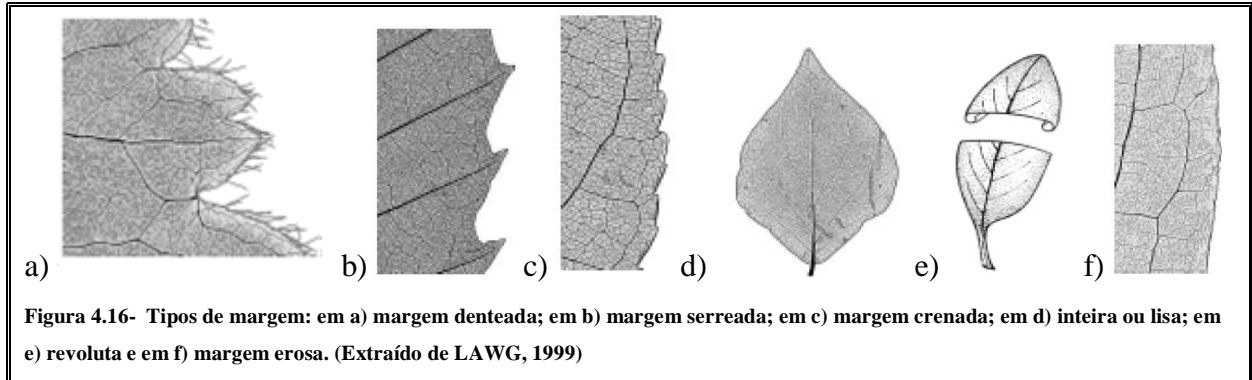
Outra forma de classificar o ápice foliar é através das invaginações apresentadas, ou seja, se o comprimento da nervura mediana é 95-99% do comprimento da lâmina o ápice é classificado como retuso (Figura 4.15 a); se o comprimento da nervura mediana é 75-95% do comprimento da lâmina, então o ápice é emarginado (Figura 4.15 b); será considerado lobado

o ápice que apresentar o comprimento da nervura mediana <75% do comprimento da lâmina (Figura 4.15 c).



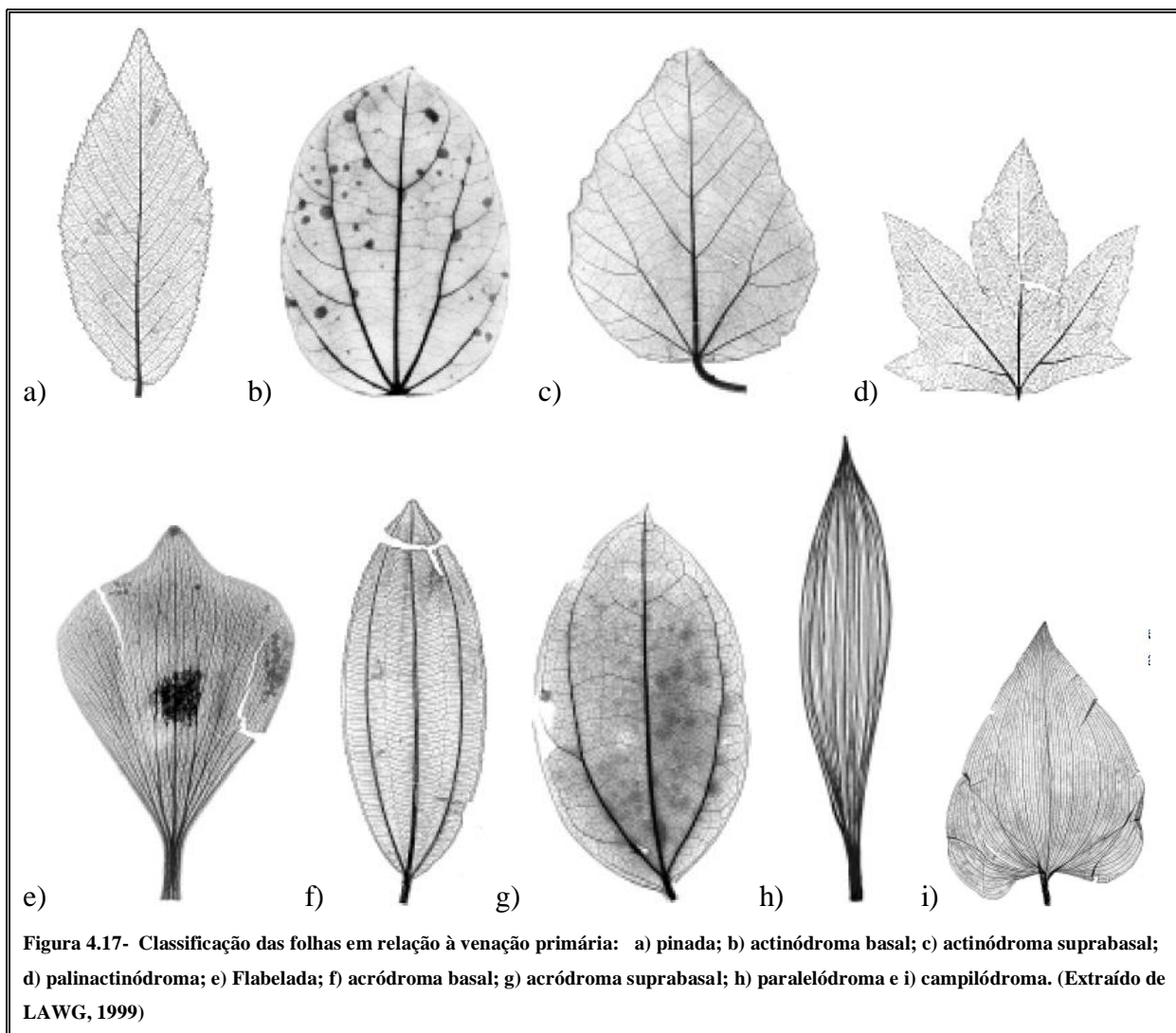
### K) Tipos de margem

As margens foliares podem apresentar dentes que são projeções marginais e as margens podem ser denteadas, serradas ou crenadas: quando as pontas dos dentes têm eixos perpendiculares à margem da folha e, mesmo que haja somente um dente na margem, a folha é considerada denteada (Figura 4.16 a). Se as pontas dos dentes têm eixos inclinados em relação à direção da margem da folha, essa margem é classificada como serrada (Figura 4.16 b). Quando os dentes são suavemente arredondados, sem um ápice pontiagudo, a margem é chamada de crenada (Figura 4.16 c). Se a margem não apresenta dentes ela é classificada de inteira ou lisa (Figura 4.16 d). Porém se ela for lisa e virada para baixo ou para cima como um rolo de papel, é denominada revoluta (Figura 4.16 e). Se a margem for irregular como se tivesse sido mastigada, carcomida ou desgastada, recebe o nome de erosa (Figura 4.16 f).



L) Categoria das folhas de acordo com suas veias primárias:

É classificada como pinada a folha com apenas uma veia primária (Figura 4.17 a); actinódroma basal e suprabasal se apresentar três ou mais veias primárias divergindo radialmente de um só ponto (Figura 4.17 b, c); palinactinódroma se a veia primária divergir em uma série de ramificações dicotômicas, tanto proximal quanto distalmente espaçadas (Figura 4.16 d); Flabelada quando várias a muitas veias basais de igual calibre, divergem radialmente em ângulo agudo e ramificam apicalmente (Figura 4.17 e); acródroma basal e suprabasal se três ou mais veias primárias convergem em arcos em direção ao ápice da folha (Figura 4.17 f, g); paralelódroma se duas ou mais veias primárias paralelas, partem da base e originam, lateralmente, outras veias em direção ao ápice (Figura 4.17 h); e campilódroma se várias veias primárias ou seus ramos originam-se próximo ou em um único ponto e correm em arcos fortemente recurvados que convergem para o ápice (Figura 4.17 i).

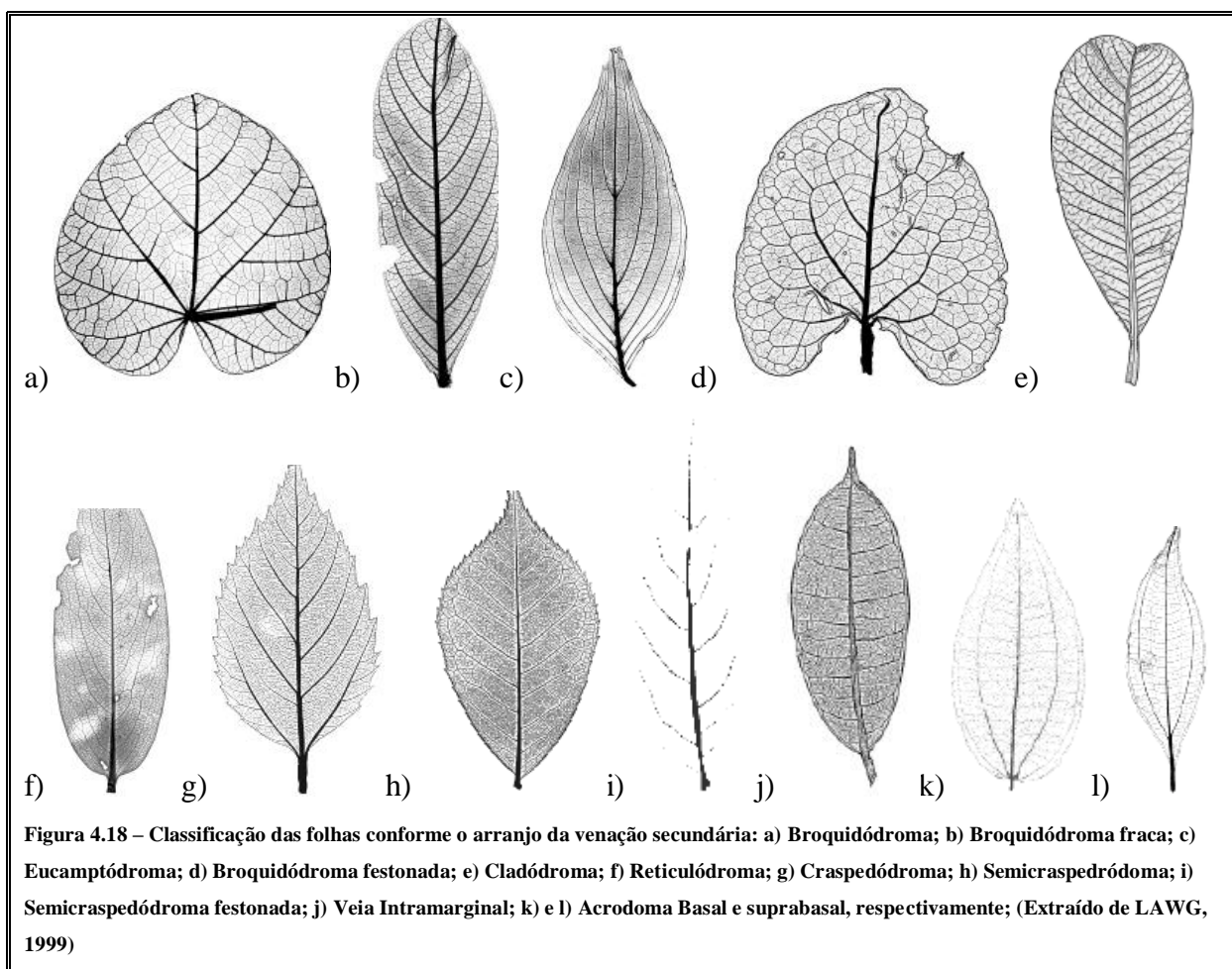


#### M) - Categorias das folhas conforme suas veias secundárias:

São consideradas broquidódromas quando apresentam veias secundárias que se juntam em uma série de arcos proeminentes (Figura 4.18 a); broquidódromas fracas se as veias secundárias estão reunidas em uma série de arcos (Figura 4.18 b); eucamptódromas quando as veias secundárias curvam-se para cima e gradualmente diminuem apicalmente dentro da margem, conectadas às secundárias suprajacentes por uma série de veias terciárias transversais sem formar quaisquer “loops” (alças) de secundárias nas margens (figura 4.18 c); broquidódromas festonadas se apresentam um ou mais conjuntos de “loops” adicionais fora do “loop” broquidódromo principal (Figura 4.18 d); cladódromas quando as veias secundárias ramificam – se livremente em direção à margem (figura 4.18 e); reticulódroma se as secundárias se ramificam em um retículo em direção à margem (figura 4.18 f); craspedódroma quando as veias secundárias terminam na margem, normalmente em folhas

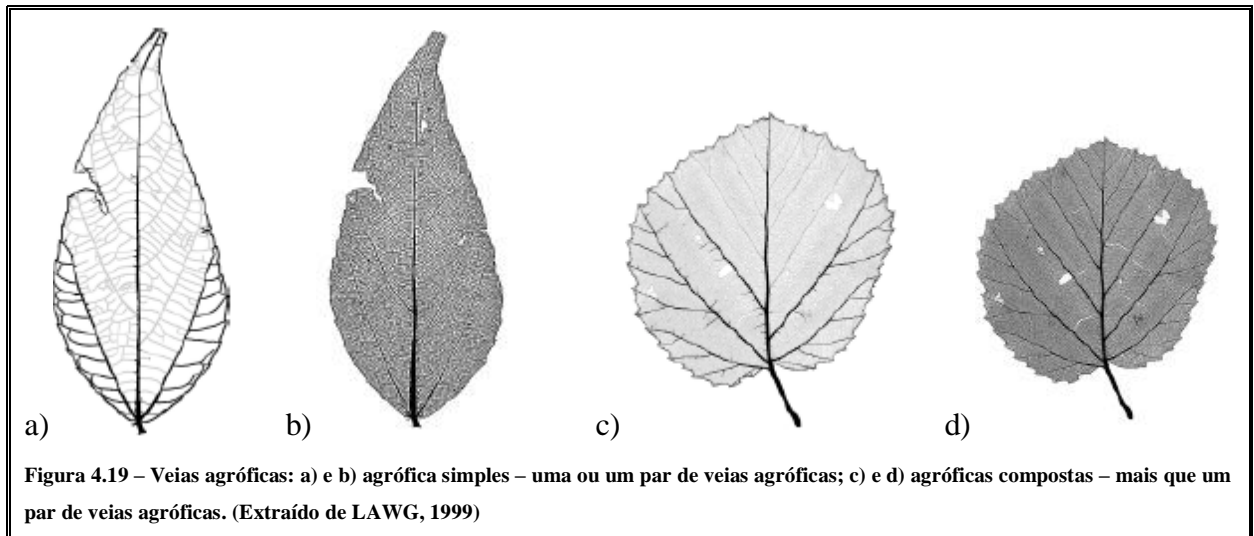


denteadas (Figura 4.18 g); semicraspedródoma se as veias secundárias ramificam-se quase na margem, e um dos ramos termina na margem e o outro se junta à secundária suprajacente (Figura 4.18 h); semicraspedódroma festonada apresenta a venação com um ou mais “loops” fixos junto à suprajacente (Figura 4.18 i); veia intramarginal aparece quando a secundária termina em uma veia forte paralela à margem foliar (Figura 4.18 j); acródoma basal e suprabasal aparecem na forma de duas ou mais veias secundárias que seguem em arcos convergentes em direção ao ápice (Figuras 4.18 k, l).



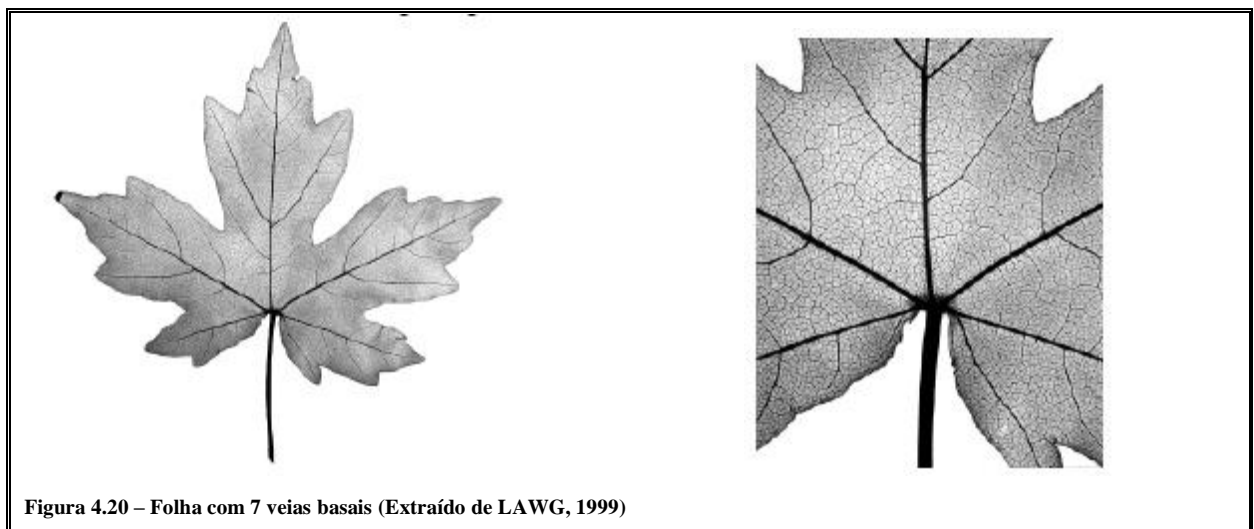
#### N) Veias agróficas

Um complexo de veias tipo-pente (ctenomorfo) é composto de uma ou duas séries de arcos com duas ou mais veias secundárias exmediais que correm, paralelamente entre si, em direção à margem. Essas veias podem ser retas ou arqueadas (em “loops”). As veias agróficas são similares às veias pectíneas de Spicer (1986) (Figura 4. 19).



O) O número de veias basais:

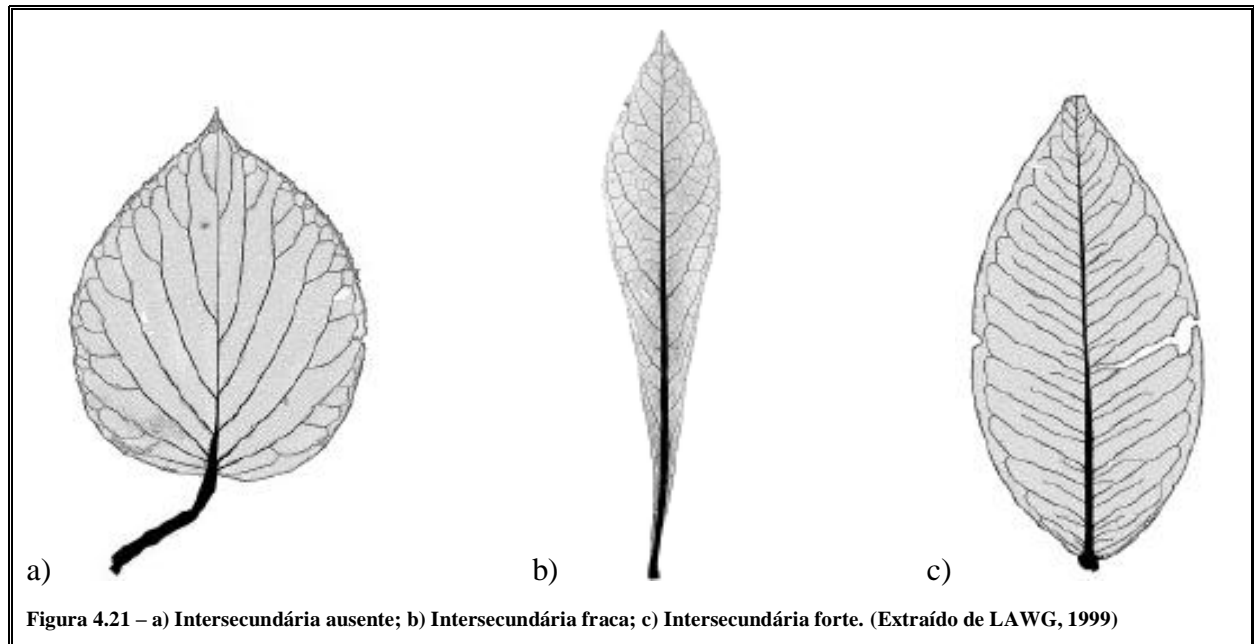
O número de veias primárias, secundárias e terciárias originadas próximo à base da folha ou no topo do pecíolo (Figura 4.20).



P) - Veias intersecundárias:

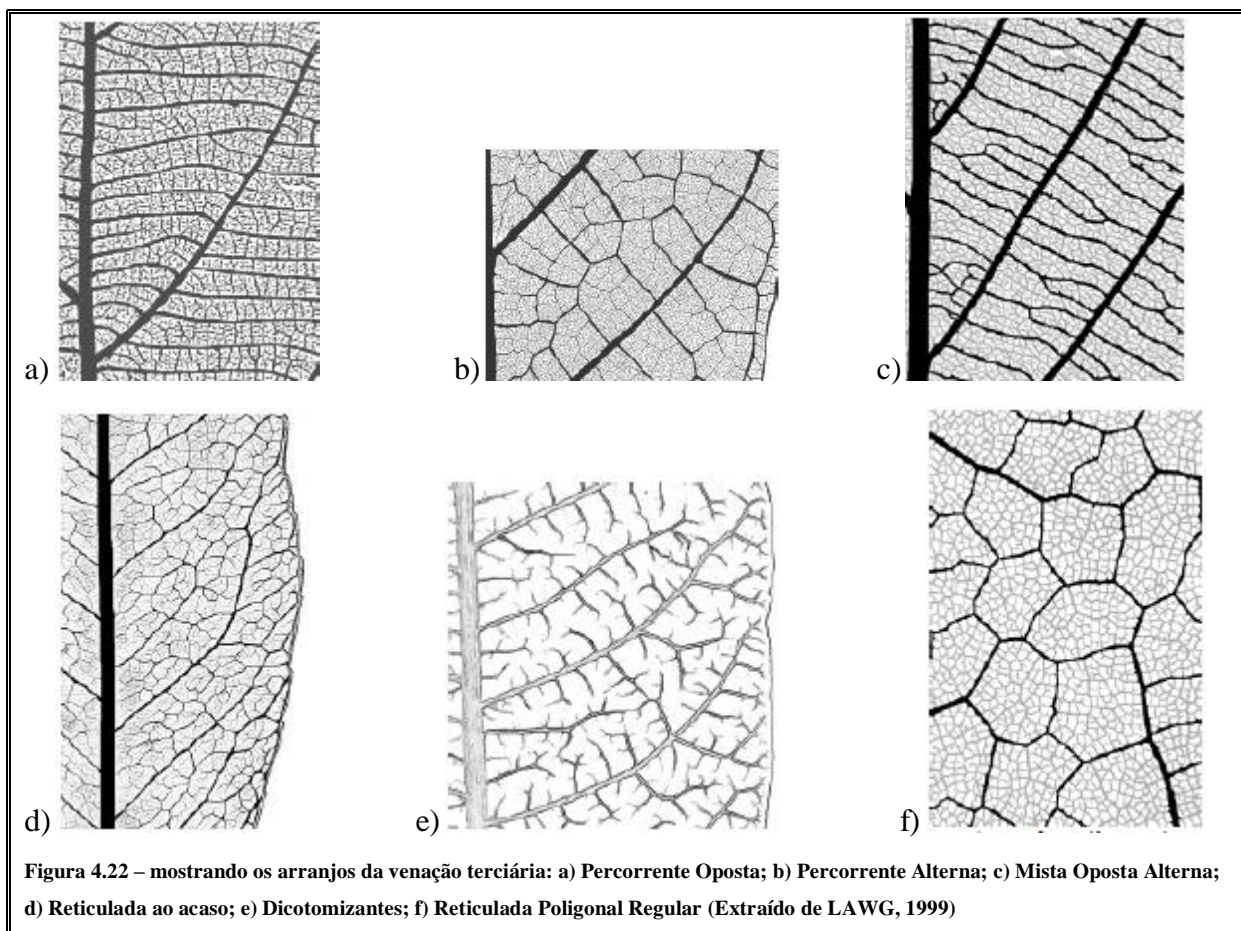
Veias intersecundárias seguem um curso semelhante ao das secundárias, porém, são um pouco mais finas e não alcançam a margem (figura 4.21).





#### Q) Veias terciárias

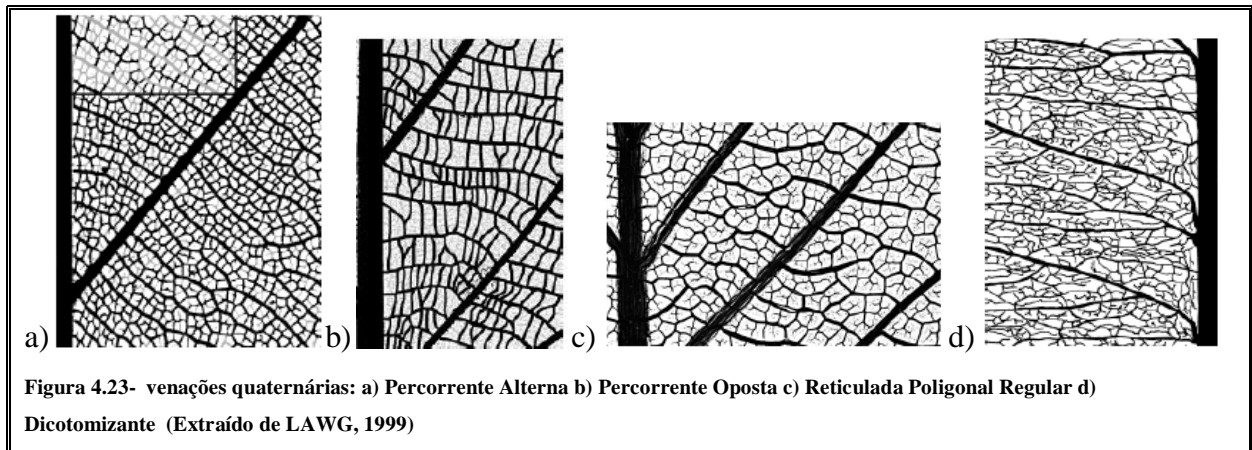
São classificadas como percorrentes opostas as terciárias que cruzam entre secundárias adjacentes em caminhos paralelos sem se ramificar (Figura 4.22 a); percorrentes alternas são as terciárias que cruzam entre secundárias com uma interrupção angular abrupta (Figura 4.22 b); mistas opostas alternas são as veias terciárias que apresentam tanto cursos percorrentes alternos quanto percorrentes opostos (Figura 4.22 c); reticuladas ao acaso são as veias terciárias que se anastomosam com outras veias terciária ou secundárias em ângulos ao acaso (randômicos), (figura 4.22 d); dicotomizantes são as terciárias que se ramificam livremente (Figura 14.22 e) e reticuladas poligonais regulares são as veias terciárias que se anastomosam com outras terciárias para formar polígonos de tamanho e forma similares (Figura 4.22 f).



#### R) Veias quaternárias

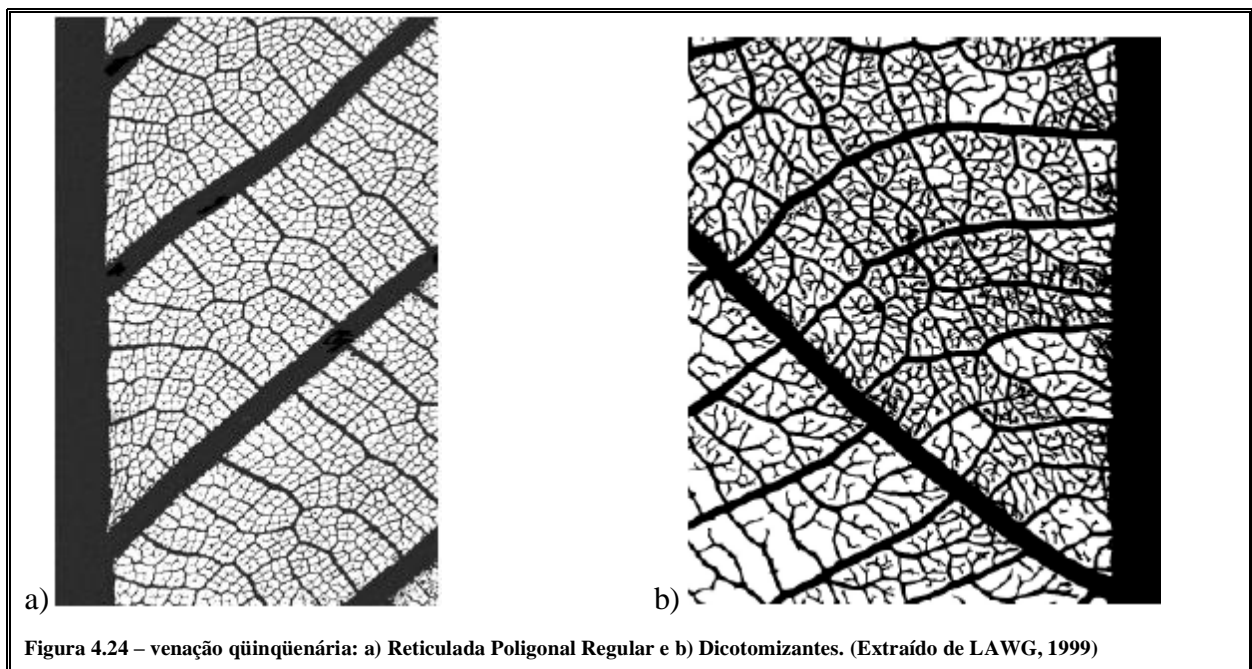
Os caracteres de venação de ordem quaternária ou superior devem ser observados na porção foliar que está aproximadamente na metade entre a base e o ápice. A menos que esta parte esteja faltando.

A venação que é classificada de percorrente alterna é a venação quaternária que cruza entre as terciárias adjacentes com uma descontinuidade angular abrupta (Figura 4.23 a); percorrente oposta é a venação quaternária que cruza entre as terciárias adjacentes em paralelamente sem se ramificar (Figura 4.23 b); reticulada poligonal regular é a venação quaternária que se anastomosa com outras veias constituindo polígonos de tamanho e forma similares (Figura 4.23 c); dicotomizantes são as venações que ramificam-se livremente e são a ordem de veias mais finas que a folha exhibe (Figura 4.23 d).



### S) Veias quinquenárias

A venação quinquenária é classificada em: reticulada poligonal regular quando as veias anastomosam -se com outras veias, formando polígonos de forma e tamanho similares (Figura 4.24 a) e em dicotomizantes quando as quinquenárias ramificam-se e essas são a classe de veias mais finas que a folha apresenta (Figura 4.24 b).

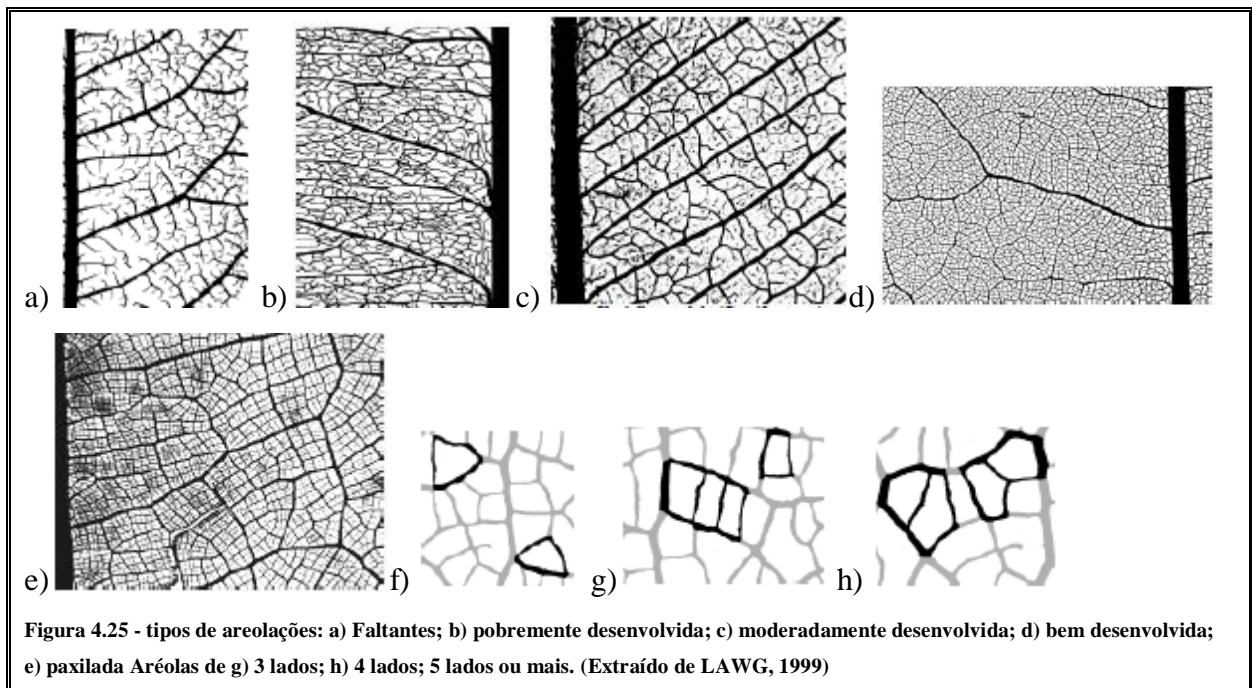


### T) - Areolação:

Aréolas são as menores áreas do tecido foliar, circundadas por veias, que consideradas juntas formam um campo contínuo sobre a maioria da área de lâmina. Venação de qualquer ordem pode formar um ou mais lados de uma aréola.

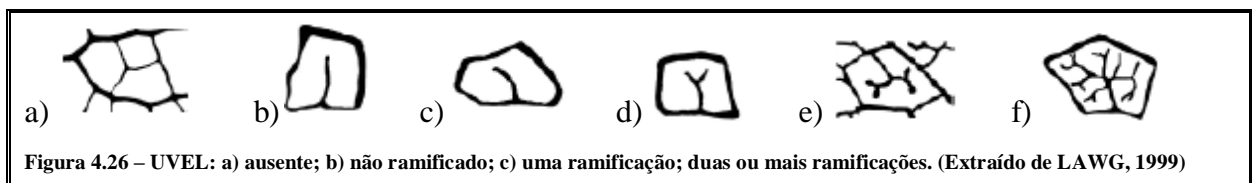


As areolações são classificadas como: faltantes quando a venação rara se ramifica na área intercostal sem produzir malhas fechadas (Figura 4.25 a); pobremente desenvolvida quando há aréolas com muitos lados (frequentemente >7), com tamanho e forma muito irregulares (Figura 4.25 b); moderadamente desenvolvida se as aréolas apresentam formas irregulares e tamanhos mais ou menos variados, usualmente, menos lados que em areolação pobremente desenvolvida (Figura 4.25 c); bem desenvolvida se aréolas apresentam tamanhos e formas relativamente consistentes (Figura 4.25 d) e paxilada se as aréolas ocorrem de forma orientada.



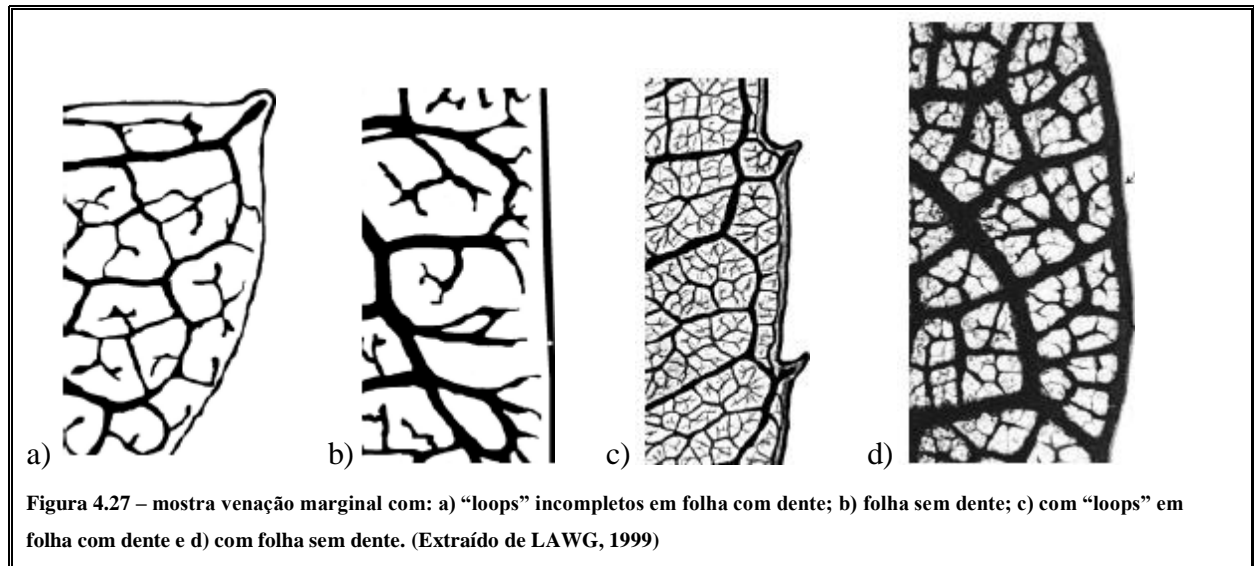
#### U) Últimas Vênulas de Extremidade Livre (UVEL)

UVEL são as últimas veias da folha terminando livremente (Figura 4.26).



#### V) Venação marginal

A venação marginal pode apresentar “loops” incompletos ou completos independente da presença de dentes.



Quando apresentam **“loops” incompletos**, as veias marginais terminam livremente adjacentes à margem (Figura 4.27 a, b) e são consideradas com **“loops”** se a última veia marginal é recurvada para formar “loops”/alças (Figura 4.27 c, d).

#### X) - Categoria foliar

A categoria foliar é uma avaliação semiquantitativa do sistema de veias da folha, um nível arbitrário que coloca como 1° (primeiro) o nível mais baixo e 4° (quarto) o nível mais alto. O número da categoria corresponde à ordem mais alta de veias que estão bem organizadas (Figura 4.28).

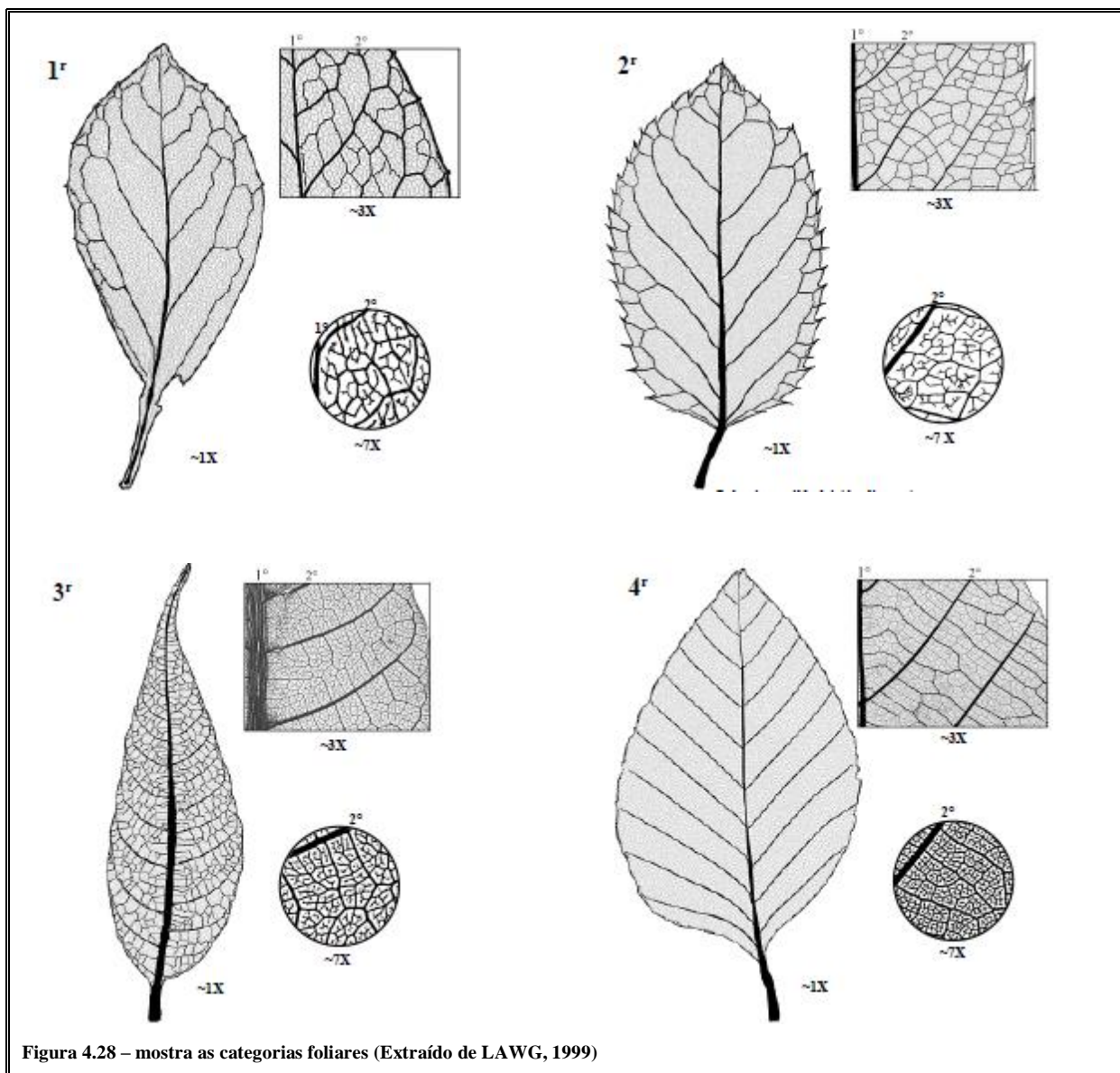


Figura 4.28 – mostra as categorias foliares (Extraído de LAWG, 1999)

#### 4.3.3-Métodos de Gabinete

Levantamento bibliográfico, identificação taxonômica, elaboração de mapas e gráficos de interpretação paleoecológica, paleoclimática, redação e preparação de manuscrito.

As atividades para elaboração da dissertação de mestrado envolveram trabalhos de campo, de laboratório e também outras desenvolvidas em gabinete. Entre estas se podem citar:

- levantamento bibliográfico e elaboração de fichas de literatura sobre espécies fósseis já registradas no Paleógeno Brasileiro foram realizados durante todo o desenvolvimento da dissertação;
- após observação, desenho e descrição da arquitetura foliar através do LAWG (1999) e confecção de banco de dados (figuras 4.29 e 4.30), processou-se a identificação taxonômica

utilizando chaves de determinação de famílias de angiospermas (MOUTON, 1967; HYCKEY; WOLFE, 1975; DOLPH; DILCHER, 1979); comparação com a literatura sobre espécies atuais (LORENZI, 1992; SOUZA; LORENZI, 2008; MARCHIORI, 1997; JUDD et al, 1999; SIMPSON, 2006; SCALON, 2007) entre outros.

**c)** comparação com formas atuais obtidas em herbários e diafanizadas.

**d)** busca de dados ecológicos, geográficos das espécies atuais e afins em abundante literatura botânica.

**e)** busca de dados paleoecológicos, bioestratigráficos, paleofitogeográficos das famílias, gêneros ou espécies identificados.

**f)** integrando os dados e hábitos do ponto de vista taxonômico e morfológico passou-se à reconstituição paleoclimática, paisagista, paleoecológica, paleogeográfica e ao estabelecimento de correlações.

**g)** redação da dissertação e preparo de manuscritos para publicação.

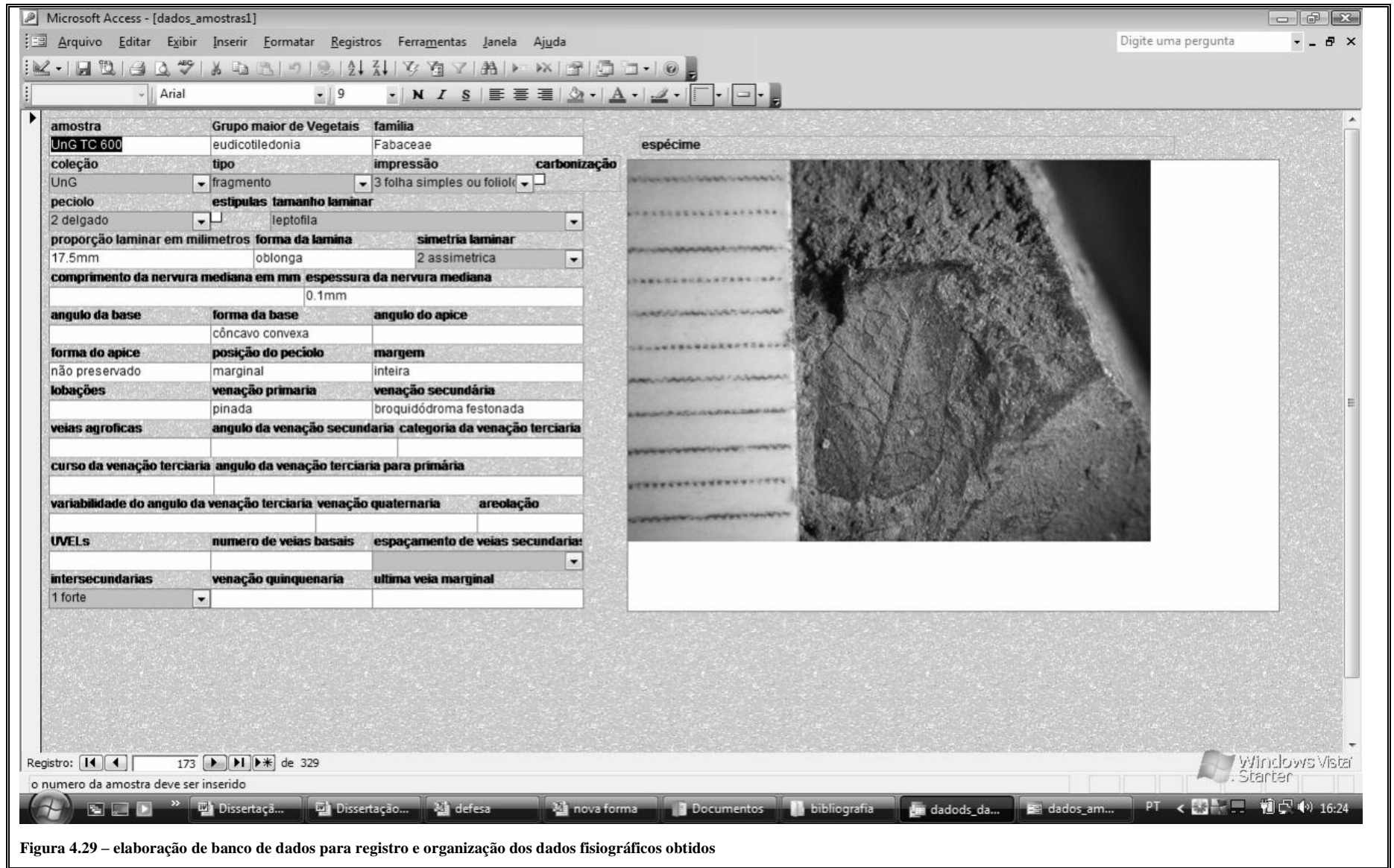


Figura 4.29 – elaboração de banco de dados para registro e organização dos dados fisiográficos obtidos



amostra	tipo	impressão	carbonização	peciolo	estipulas	tamanho laminar	proorção laminar em milímetros	forma da lamina	simetria laminar	comprimento da nervura mediana
GP3E6256	2	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	1 inflado	<input type="checkbox"/>	nanofila	0.58	oblonga	2 assimetrica	21.8
GP3E6257	2	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>				2 assimetrica	
GP3E6503a	2	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	nanofila	0.5	oblonga	2 assimetrica	17
GP3E6503b	2	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	nanofila	0.45	oblonga	2 assimetrica	16.24
GP3E6513	2		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
GP3E6516a	1	3 folha simples ou foliolo	<input checked="" type="checkbox"/>	1 inflado	<input type="checkbox"/>	1 microfila	0.77	obcordada	2 assimetrica	22.7
GP3E7068	1	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	1 microfila	1.5	obcordada	2 assimetrica	23.2
GP3E7115a	3	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	1 inflado	<input type="checkbox"/>	nanofila	0.7		1 simetrica	
GP3E7662a	1	3 folha simples ou foliolo	<input checked="" type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>			obcordada	2 assimetrica	
GP3E7662b	1	3 folha simples ou foliolo	<input checked="" type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>			obcordada	2 assimetrica	
GP3E7845a	1	3 folha simples ou foliolo	<input checked="" type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	1 microfila	0.73	obcordada	2 assimetrica	27.8
UnG TC 0207	1	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	nanofila	1	obcordada	2 assimetrica	13.9
UnG tc 03008a	7		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					
UnG TC 48	1	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	1 microfila	1.4	obcordada	2 assimetrica	25
UnG tc 612	1	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	1 inflado	<input type="checkbox"/>	nanofila	0.83	obcordada	2 assimetrica	18.4
UnG tc 620	2	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	nanofila	1.6	oval	2 assimetrica	22.8
UnG TC 623	1	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	1 microfila		obcordada	2 assimetrica	
UnG tc 98a	1	2 foliolo	<input type="checkbox"/>	1 inflado	<input type="checkbox"/>	1 microfila	1.2	obcordada	2 assimetrica	19.91
UnG611	1	3 folha simples ou foliolo	<input checked="" type="checkbox"/>	1 inflado	<input type="checkbox"/>	1 microfila	0.93:1	obcordada	2 assimetrica	24
UnGTC 612	3	3 folha simples ou foliolo	<input checked="" type="checkbox"/>	1 inflado	<input type="checkbox"/>	nanofila	0.3	ovada?	2 assimetrica	19
UnGTC629	1	3 folha simples ou foliolo	<input type="checkbox"/>	3 ausente	<input type="checkbox"/>	1 microfila	0.76	obovada	2 assimetrica	20.51
*			<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>					

Figura 4.30 – Tabela gerada a partir dos dados coletados no banco de dados

## CAPÍTULO 5 – DADOS OBTIDOS NA ANÁLISE MORFOGRÁFICA DA TAFOFLORA DE QUIRIRIM

### 5.1- Resultados da análise foliar quanto a algumas feições observadas

Como Royer et al. (2005) têm ressaltado, os tamanhos e formas (fisiognomia) das folhas fósseis são, comumente, utilizados como variáveis indicadoras de paleoclimas e paleoecológicos.

#### 5.1.1 Quanto ao tamanho foliar

Foi possível calcular apenas a área foliar de 24 espécimes mais completos. Obteve-se uma percentagem de 50% de nanófilas ( $25 - 225 \text{ mm}^2$ ) e 45% de microfilas ( $225 - 2025 \text{ mm}^2$ ) e 5% de leptofilas ( $< 25 \text{ mm}^2$ ).

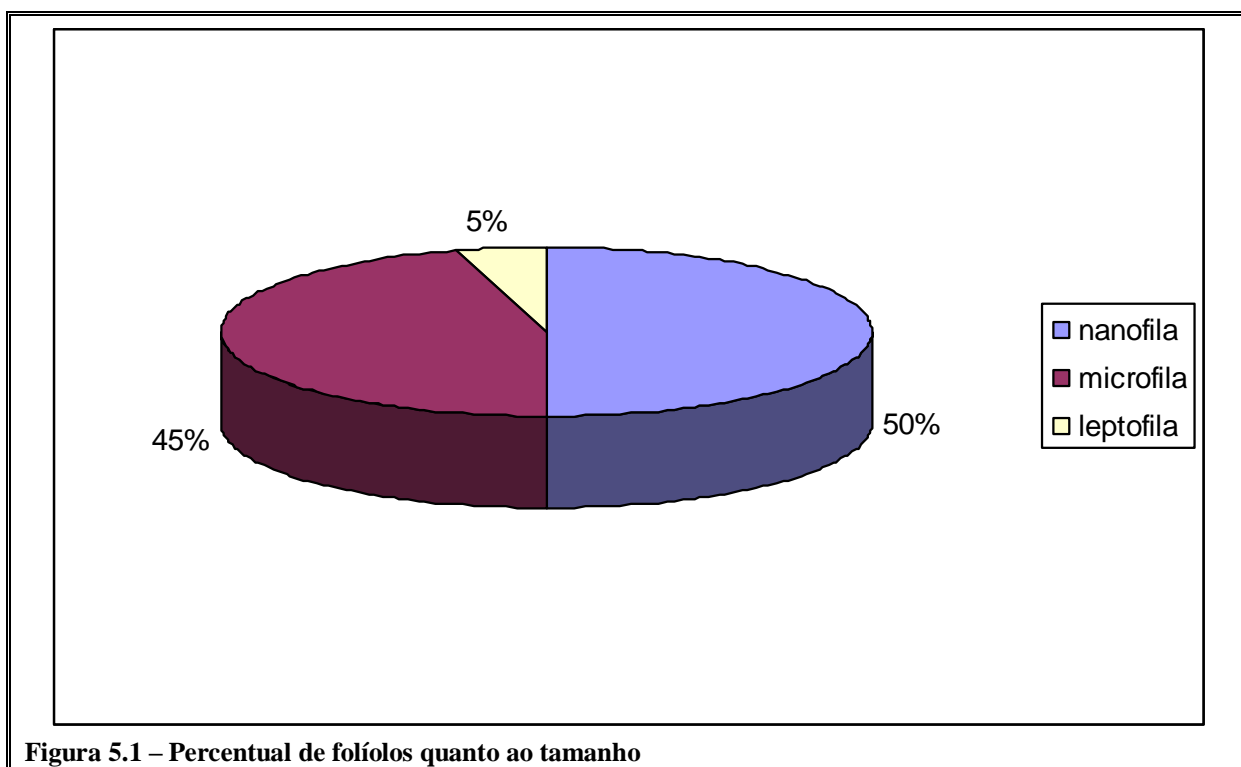
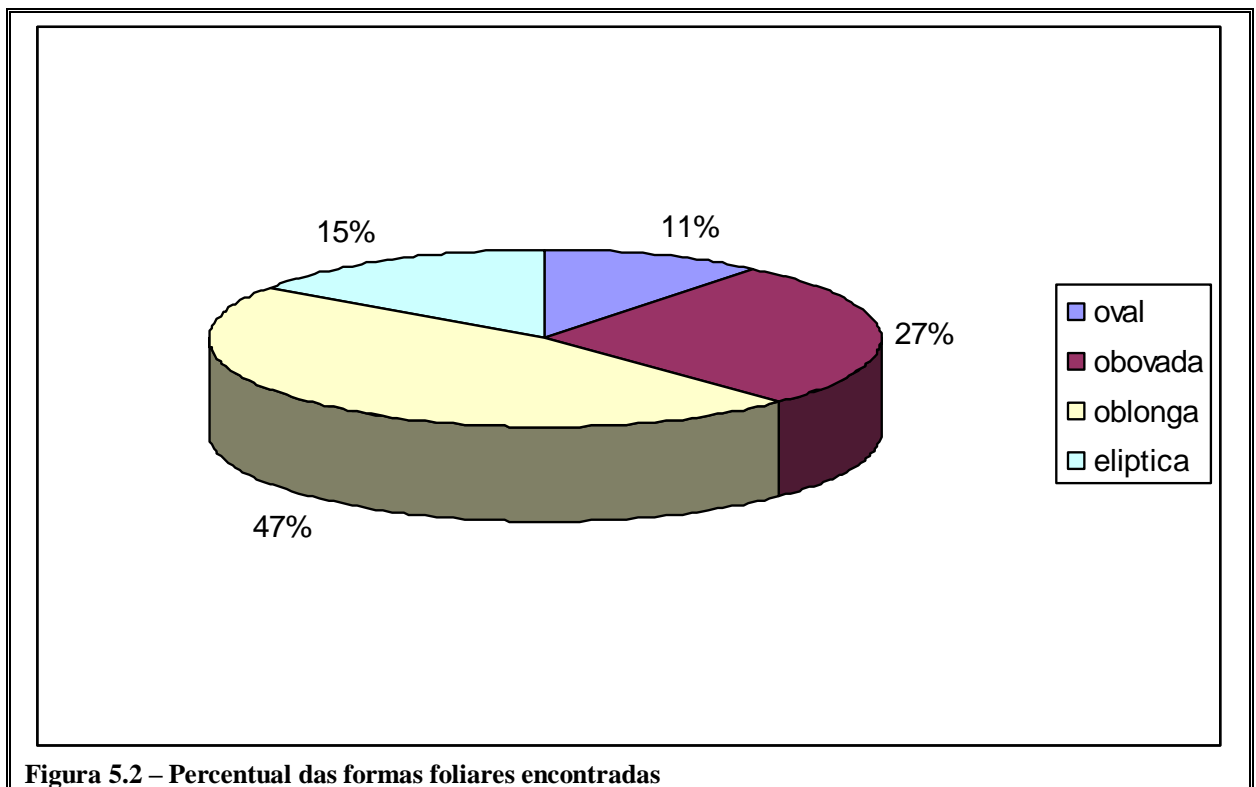


Figura 5.1 – Percentual de folíolos quanto ao tamanho

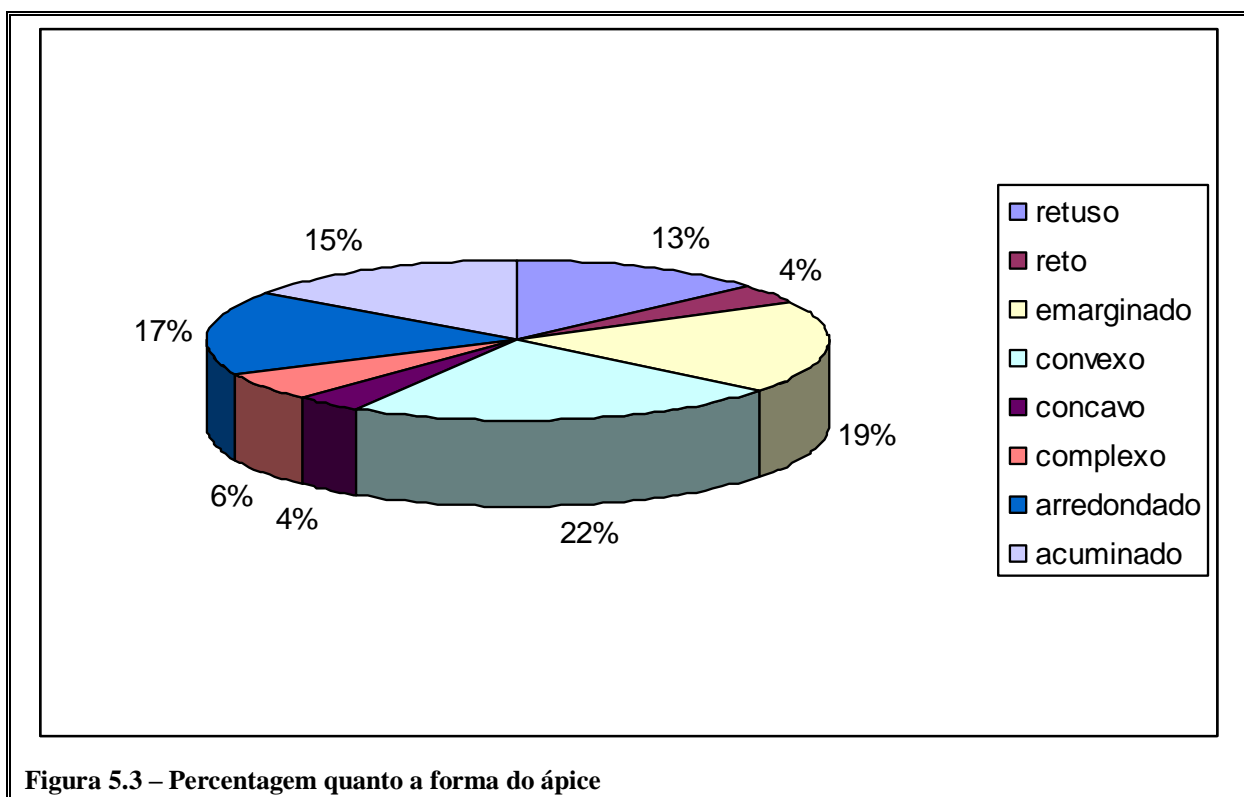
### 5.1.2 Quanto à forma foliar

De 66 espécimes que permitiram a observação da forma do limbo, obteve-se um predomínio da forma oblonga.



### 5.1.3 Quanto à forma do ápice

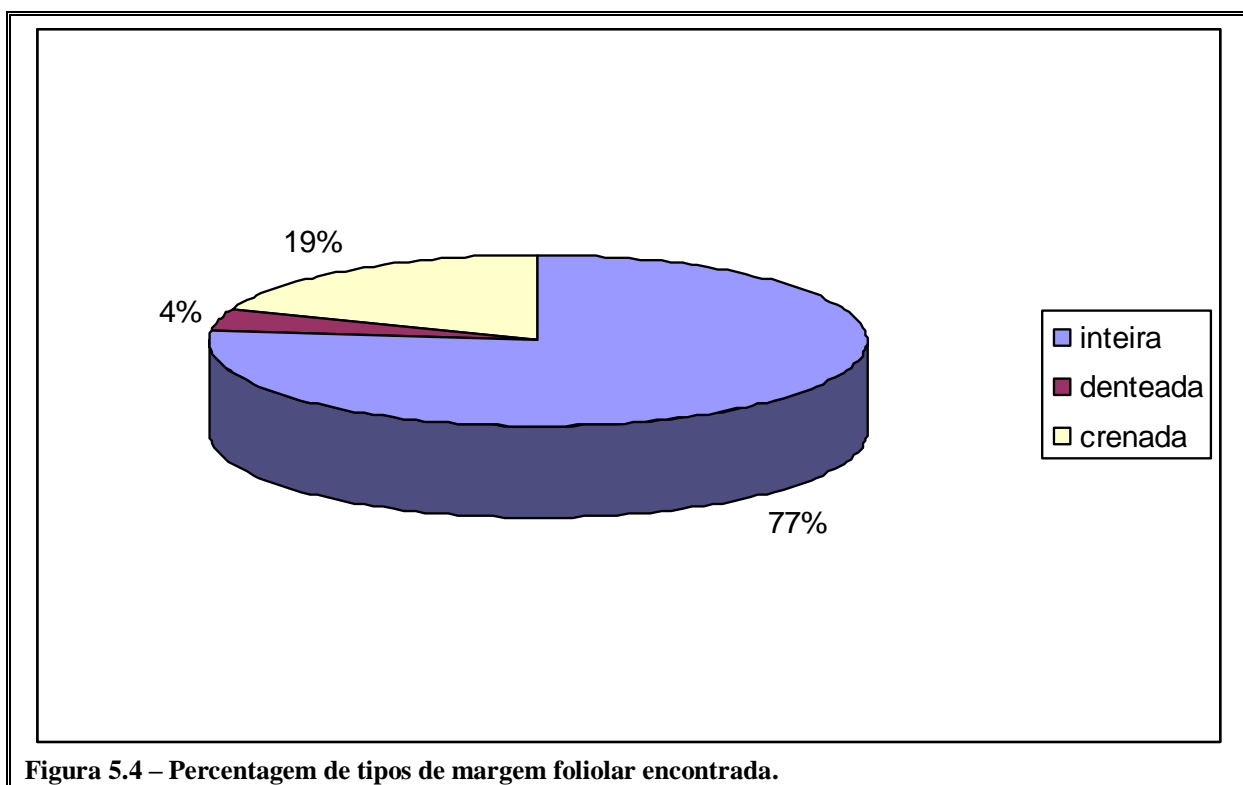
De 53 espécimes passíveis de análise, até o momento, a forma emarginada manifestou-se como dominante. Consideradas as formas: emarginada mais retusa, obtém-se um valor de 32% e, em contra partida, as formas acuminadas mais convexas, arredondadas e retas somam 58%.



#### 5.1.4 Quanto ao tipo de margem

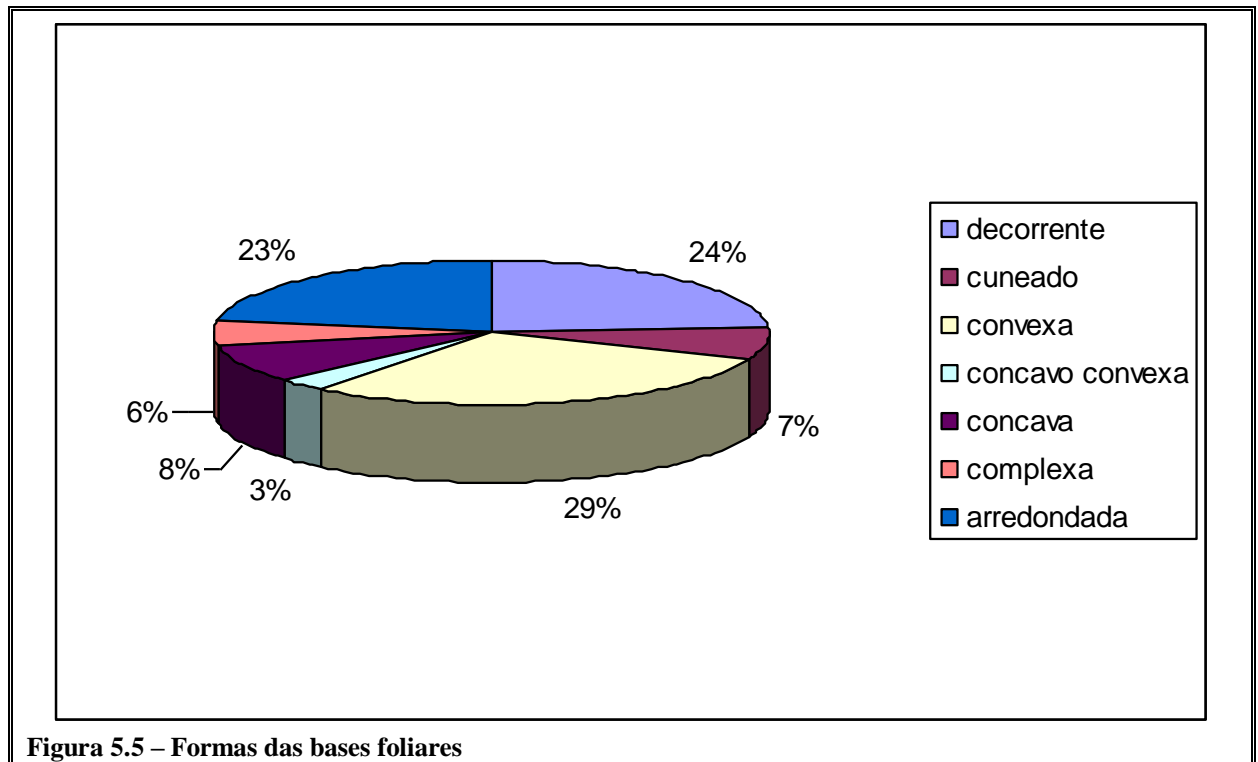
Segundo Royer et al. (2005), aperfeiçoamentos significativos na análise da margem foliar, caráter usado, por aproximadamente um século, para reconstruir a temperatura média anual (MAT = TMA), têm sido aparentes. Também relações entre fisiognomia e muitas variáveis ecológicas das folhas não têm sido quantificadas.

Dos 95 espécimes examinados, 77% apresentaram margem inteira, 19% possuem margem crenada e 4%, denteada.



### 5.1.5 Quanto à forma da base

Dos 71 fitofósseis observados, 29% apresentaram base convexa, 23% arredondada, 24% decorrente, 7% cuneada, 6% complexa, 8% côncava e 3% côncavo convexo.



## 5.2 Venação

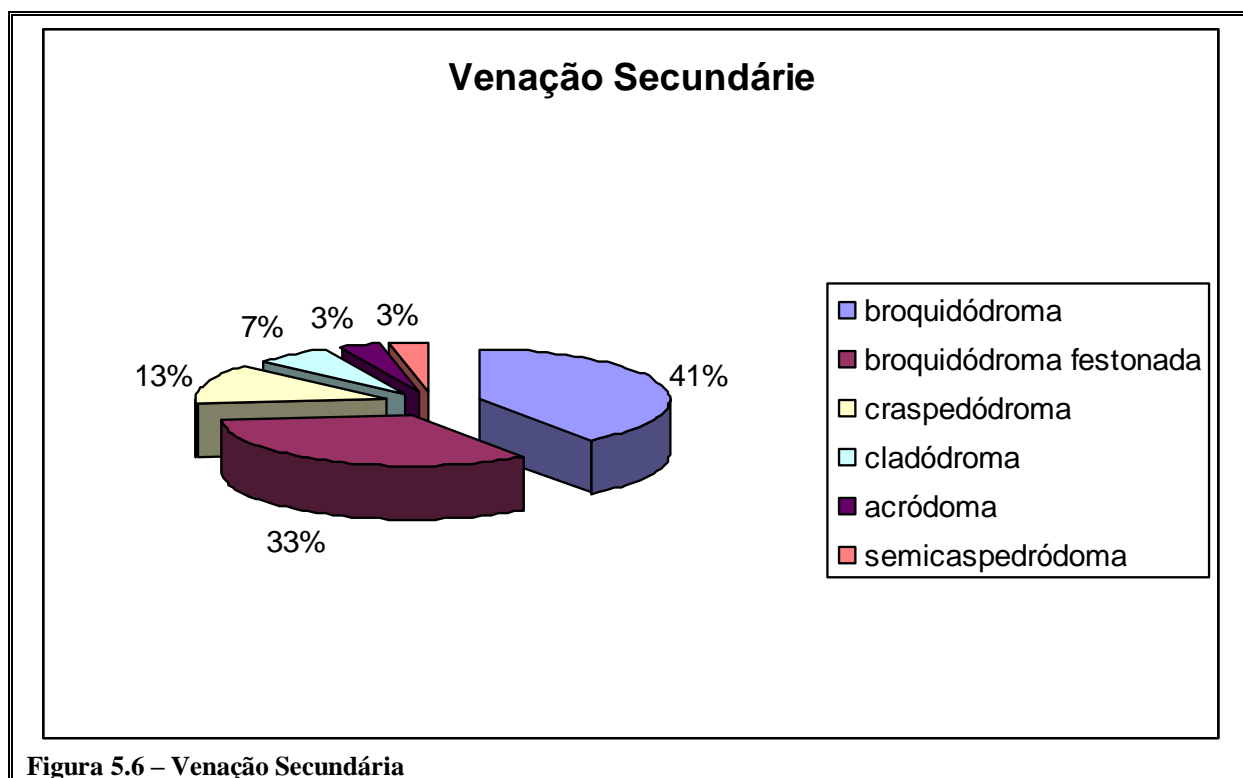
SACK et al (2007) classificam a venação foliar como uma vitrine da diversidade vegetal, com uma simplicidade que lembra a uma grelha nas gramíneas até a complexidade observada em outras angiospermas.

### 5.2.1 Quanto à venação primária

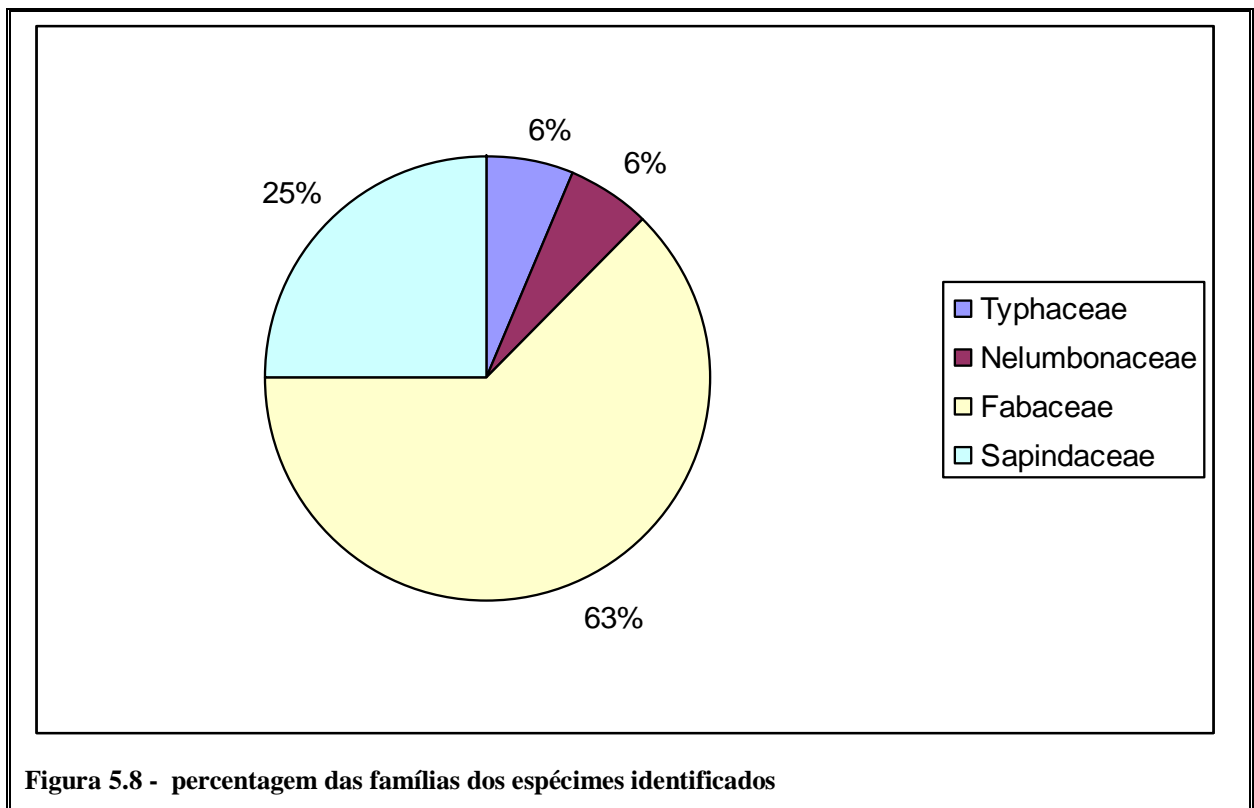
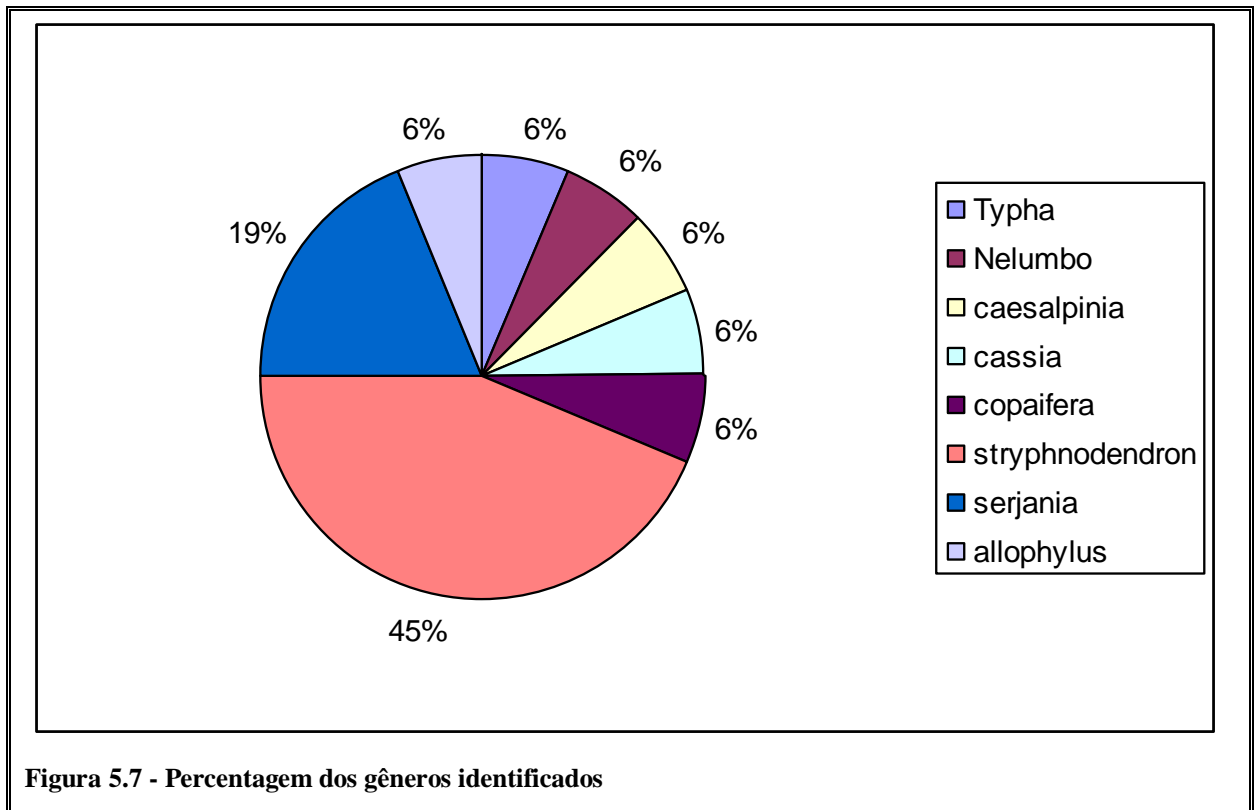
Dos 127 espécimes observados, 126 apresentaram venação primária pinada e 1 apresentou venação paralelóidroma.

### 5.2.2 Quanto à venação secundária

Dos 32 espécimes analisados, 41% apresentaram venação secundária broquidódroma, 33% broquidódroma festonada, 13% craspedódroma, 7% cladódroma, 3% acródoma e semicaspédroma



### 5.3 Quanto à classificação dos espécimes





## CAPÍTULOS 6 – DADOS TAXONÔMICOS OBTIDOS NO ESTUDO DA TAFOFLORA DE QUIRIRIM

Os fósseis vegetais apresentam-se, em sua maioria, como órgãos desconectados entre si, seja porque as plantas ao longo de sua vida se auto-renovam, desprendendo folhas, flores, sementes ou frutos, seja porque sua fossilização implica, quase sempre, em algum transporte com desarticulação mecânica “*pos-mortem*” dos órgãos . Disso resulta o estabelecimento de um sistema especial de nomenclatura onde se utiliza a designação binomial para órgãos separados, regida por regras especiais do Código Internacional de Nomenclatura Botânica.

Quando esses órgãos apresentam características, que permitem reconhecer apenas seus aspectos gerais, possibilitando somente sua atribuição ao *táxon ordem* ou de categoria taxonômica superior, sua designação genérica é reconhecida como morfogênero ou gênero-forma. Por outro lado, órgãos que, por suas estruturas ou conexões preservadas, permitem inserção taxonômica em nível de *família* são reconhecidos como organogêneros ou gêneros-órgãos.

No sentido de dar uma conotação mais próxima da filogenética possível, seguiu-se aqui a classificação taxonômica dada pelo Grupo de Filogenia de Angiospermas (APG, 2003), cujo quadro está abaixo reproduzido, conforme tradução de Souza; Lorenzi (2008), vide figura 6.1.

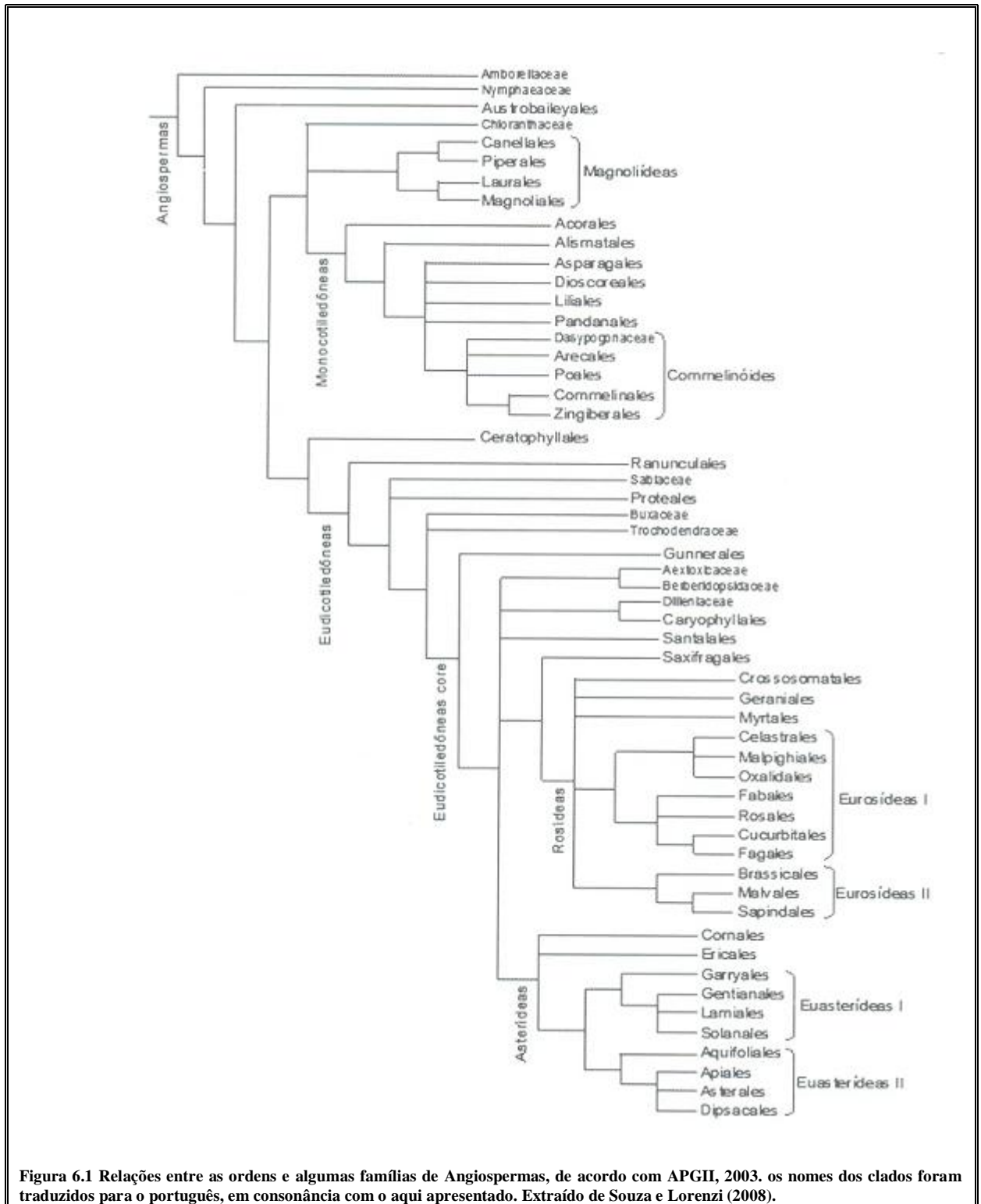


Figura 6.1 Relações entre as ordens e algumas famílias de Angiospermas, de acordo com APGII, 2003. os nomes dos clados foram traduzidos para o português, em consonância com o aqui apresentado. Extraído de Souza e Lorenzi (2008).

As formas identificadas na tafoflora de Quiririm encontram-se discriminadas no quadro abaixo (Figura 6.2), onde as formas designadas com letras em azul correspondem aos gêneros e/ou espécies novos, detectados, pela primeira vez, neste trabalho; as formas designadas com letras em vermelho correspondem àquelas já citadas anteriormente por Mandarim-de-Lacerda *in*: Bernardes-de-Oliveira et al. (2002a) e agora descritas; as formas designadas com letras verdes correspondem àquelas citadas anteriormente mas não encontradas nesse trabalho.

Clado	Clado	Subclasse/Clado	Ordem	Família ou Subfamília	Genero e/ou Espécie		
Monilophyta	Filicophyta	Leptosporangiates	Polypodiales	Schizaeaceae			
				Salviniaceae			
ANGIOSPERMAS	Monocotiledóneas	Commelinóides	Poales	Typhaceae	<i>Typha tremembensis</i>		
				Poaceae/Cyperaceae			
	EUDICOTILEDÓNEAS	EUDICOTILEDÓNEAS	ROSIDÉAS	Proteales	Nelumbonaceae	<i>Nelumbo analfloreae</i>	
						<i>Nelumbo saadi sp.nov.</i>	
				Caryophyllales	Phytolaccaceae	<i>aff. Seguieria alvarengai</i>	
				Myrtales	Myrtaceae		
				Celastrales	Celastraceae	<i>aff. Plenckia</i>	
				Fabales	Fabaceae	Faboidea	<i>aff. Machaerium</i>
							<i>aff. Aeschynomene</i>
						Caesalpinioidea	<i>Copaifera laliae sp. nov.</i>
							<i>Caesalpinia cf. c. echinataformis</i>
							<i>Cassia mezzalirae sp.nov.</i> <i>C. suguioi sp. nov.</i>
				Mimosoideae	<i>Stryphnodendron juditeae</i>		
Eurosídeas II		Malvales					
		Sapindales	Sapindaceae	<i>Serjania lancifolia</i>			
<i>S. itaquaquecetubensis</i>							
			<i>Allophylus</i>				

Figura 6.2 Formas identificadas da tafoflora de Quiririm.

### Ordem Poales Small (1903)

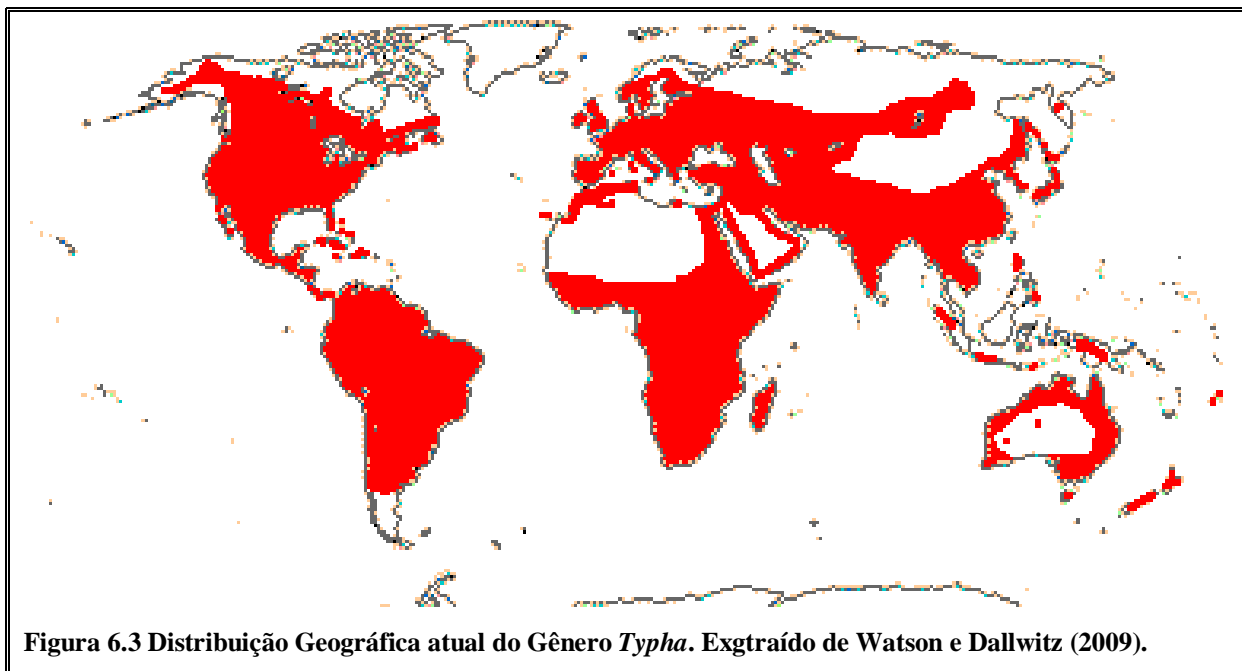
A Ordem Poales é um grupo de monocotiledôneas com 18 famílias que alojam cerca de 1000 gêneros e 18500 espécies. Dentre as Poales, a família Rapataceae tem sido considerada como o grupo irmão das demais. Bromeliaceae, Sparganiaceae e Typhaceae são famílias consideradas ramos basais em relação a outros clados de Poales, e possuem vistosas flores polinizadas por insetos. As Poales caracterizam-se por apresentar grãos porados, mas há um grupo caracterizado por apresentar grãos de pólen monoulcerados, que têm flores pequenas, polinizadas pelo vento (SIMPSON, 2006).

#### Família Typhaceae Jussieu (1789)

Incluídas, por Cronquist (1988), entre as Commelinidae devido à sua redução floral associada com polinização anemófila, aos seus estômatos paracíticos, à presença de vasos lenhosos em todos os órgãos vegetativos e ao endosperma portador de amido, as typhaceas foram mantidas nesse grupo pelo APG II (2003) que, por sua vez, transferiu-as da extinta Ordem Typhales para a Ordem Poales conforme cladograma da figura 6.1.

São plantas herbáceas, rizomatosas, perenes, eretas; de caule cilíndrico, com 2 a 3 metros de altura; folhas emergentes alternas, coriáceas, lineares, longas, sésseis, com bainha invaginante, inseridas próximo à base caulinar, de venação paralelógrama; inflorescências espiciformes, cilíndricas terminais, contínuas ou interrompidas, densas e aveludadas de cor ferrugem, com flores masculinas, na parte superior, e femininas, na parte inferior; com flavonóides; as vezes um corpúsculo de sílica; com grãos de amido tipo pteridofítico. Como plantas higrófilas, crescem em brejos e alagadiços (WATSON; DALLWITZ, 1992, 2008).

A família tem, aproximadamente, 109 M.a. e apresenta 2 gêneros viventes (*Sparganium* e *Typha*), que se separaram a uns 90 M.a. (JANSSEN; BREMER, 2004) e possuem, atualmente, cerca de 25 espécies. O gênero *Sparganium* é característico das áreas temperadas e frígidas nórdicas, com poucas espécies ocorrendo na Oceania. O gênero *Typha* tem distribuição de amplitude mundial, por regiões temperadas e tropicais (WATSON; DALLWITZ, 1992, 2008), como pode ser visto na Figura 6.3.



#### Gênero *Typha* Lineaus 1753

Este gênero aparece, espontaneamente, no Brasil com as espécies: *T. latifolia* L. *T. subulata* Crespo; Peres-Moreau, *T. domingensis* Person e *T. angustifolia* L. (REITZ et al., 1988). Estas espécies se diferenciam por características florais e pelas raques secundárias das inflorescências, não sendo diferenciáveis a uma primeira vista pelos aspectos morfobiométricos das lâminas foliares (REITZ et al., 1988; LAHITTE et al., 1997). A espécie *T. angustifolia* inclui, em sua sinonímia a espécie *T. domingensis* (LORENZI, 2000).

*Typha* cf. *T. tremembensis* Duarte & Mandarim-de-Lacerda, 1992.  
ESTAMPA II, Figuras A, B e C, Figura 6.4

**Espécime Estudado:** UnG TC 408 a, b

**Procedência:** nível inferior do afloramento do km 11 da rodovia SP-123, margem esquerda no sentido Quiririm – Campos do Jordão

**Nível Estratigráfico:** parte superior da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté.

**Descrição:** Impressão e contra-impressão de provável parte basal de uma folha simples, linear, estreita de margens inteiras e paralelas, com pequenas áreas internas, correspondentes ao mesófilo, incarbonizadas e piritizadas; sem preservação de cutículas, de ápice e de base; medindo 23,5 mm de comprimento por 16 mm de largura; de paleotextura mais espessa no centro do que nas margens, exibindo uma secção transversal elipsóide achatada. Venação paralelóidroma, com veias de calibre e densidade ligeiramente diferentes desde o centro até as

margens, apresentando 3 veias de calibre 0,06 mm /1 mm, na área próxima à margem, decrescendo para 2 veias de calibre 0,2 mm / 1 mm, na área central. Trabéculas transversais, oblíquas, retas ou encurvadas, pouco nítidas e finas, geralmente profundas, aparecem, às vezes, entre as paralelas longitudinais (Figura 6.4).



Figura 6.4 *Typha tremembensis*

**Comparação e Discussão:** O fragmento foliar assemelha-se à parte basal da folha de uma *Typha*, com paleotextura coriácea e venação paralelódroma. A área mesofílica de preservação tridimensional corresponderia a uma piritização e incarbonização de provável abundante parênquima de armazenamento do tipo aerênquima e de tecido higrofítico e também de camada endodérmica espessa, que nas tífis possibilitam proteção contra perda de umidade durante períodos mais secos, de prolongada exposição da planta ao ambiente aéreo. As trabéculas transversais oblíquas, retas ou encurvadas corresponderiam, provavelmente, aos diafragmas permeáveis ao ar que atravessariam as grandes câmaras de ar internas do aerênquima e que forneceria aeração às partes constante ou temporariamente submersas (PORTER, 2007). Compara-se a parte foliar basal da espécie *T. tremembensis* Duarte & Mandarim-de-Lacerda 1992 (Estampa II Figuras A e B) descrita para a Fazenda Santa Fé, pelas seguintes feições semelhantes: forma linear estreita, com margens inteiras e paralelas; venação paralelódroma de calibre variável; mesófilo mais delgado nas porções marginais que na central; dimensões e trabéculas transversais ao eixo longitudinal da folha, correspondentes a impressões diafragmáticas do aerênquima características dessa espécie. Além disso, são

espécimes do mesmo nível estratigráfico, embora não do mesmo jazigo. Apesar de tratar-se de fragmento muito pequeno, acredita-se poder mantê-lo identificado como *T. tremembensis* Duarte & Mandarim de Lacerda (1992).

**Ecologia:** As tifáceas são plantas aquáticas higrófilas e heliófilas, com folhas emergentes da água, que habitam, preferencialmente, solos pantanosos e à margem de corpos de água lânticos. Comumente constituem associações muito densas e extensas (hábito gregário) (DOS-SANTOS, 2007).

**Distribuição Estratigráfica:** O grupo tronco para o clado das Commelinideas data de 120 m.a. atrás, enquanto Poales divergiu de Commelinales + Zingiberales a cerca de 117 m.a. atrás (STEVENS, 2001 onwards). Muller (1984) já afirmava que, no Cretáceo Superior havia evidências relativamente seguras do desenvolvimento de Commelinidae do ponto de vista polínico e que tétrades e macrofósseis de Typhaceae seriam observados desde o Paleoceno. No Brasil as Typhaceae possuem registro na forma de grãos de pólen e megafósseis a partir do Oligoceno da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (LIMA et al. 1985a; DUARTE; MANDARIM-DE-LACERDA, 1992). Também o gênero *Typha* é reconhecido na Formação Rio Claro, área de Jaguariúna e Paulínia, SP, (Neógeno) com duas espécies: *T. cf. T. tremembensis* e *T. fittipaldii* (DOS-SANTOS, 2007).

## Ordem Proteales Dumortier (1822)

Dentre as eudicotiledôneas basais, a Ordem Proteales comporta três famílias (Nelumbonaceae, Platanaceae e Proteaceae), 82 gêneros e 1610 espécies. Caracterizam-se por apresentar ceras epidérmicas em túbulos; nós (?); folhas denteadas (?); estípulas ao redor do caule; 1 a 2 óvulos pedunculados por carpelo; estigma seco; semente revestida (?); desenvolvimento de endosperma (STEVENS, 2001 onwards).

## Família Nelumbonaceae Berch. E J.Presl (1820)

Nelumbonáceas são ervas aquáticas perenes, laticíferas, de caules rizomatosos e raízes, com folhas inteiras orbiculares, côncavas, peltadas, emergentes ou flutuantes, de tamanho médio a grande epistomáticas, com estômatos anomocíticos e de venação actinódroma, ou seja, com verdadeiras veias primárias irradiantes do pecíolo longo e espesso. Apresentam flores bissexuadas, grandes e emergentes sobre igualmente longos e espessos pedicelos cujos ápices terminam como um receptáculo com pistilos afundados, que aumenta de tamanho após fecundação e dá origem a um agregado cônico de frutos (fruto sincárpico) ou de nozes imersas em sua superfície superior. Suas pétalas são numerosas, côncavas, obovadas, obtusas e imbricadas na base. Seus estames são filóides, com anteras adnatas e seus grãos de pólen são tricolpados (HICKEY; WOLFE, 1975; CRONQUIST, 1988; SIMPSON, 2006;).

Esta família, colocada anteriormente entre as Nymphaeales (CRONQUIST, 1988), é hoje considerada dentro do clado de eudicotiledôneas da Ordem Proteales (APG II, 2003).

Apresenta duas espécies viventes atribuídas ao gênero *Nelumbo*: *N. nucífera* Gaertner (espécie oriental) e *N. lútea* Willdenow (espécie ocidental).

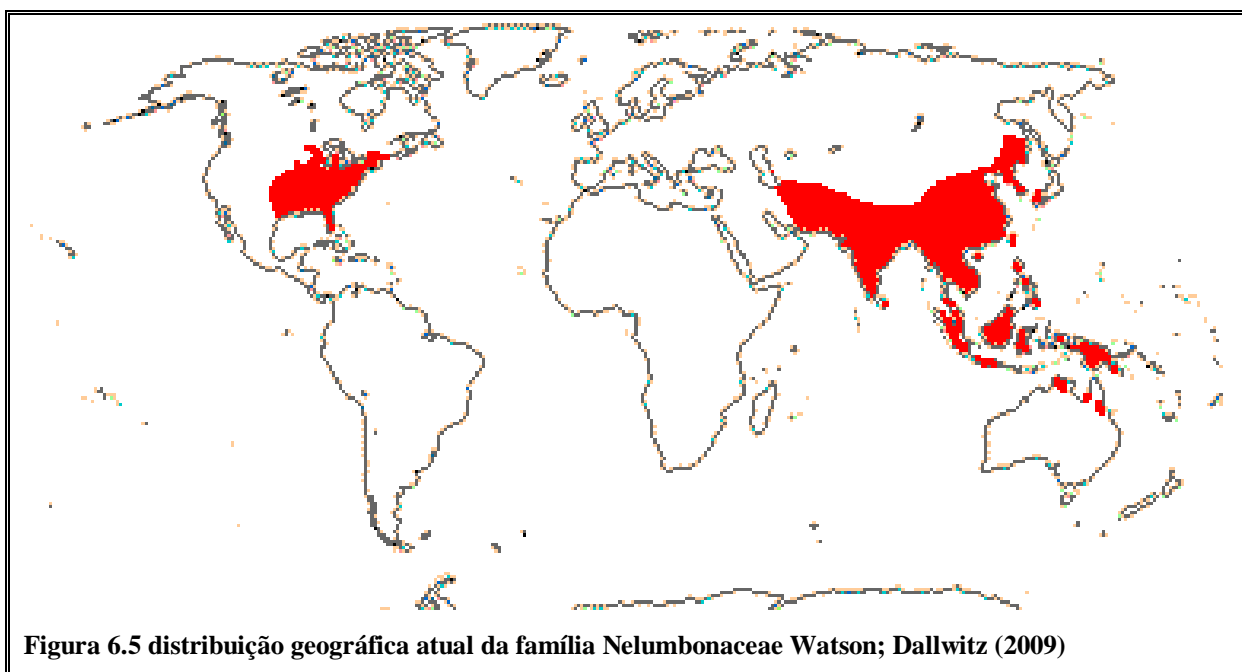


Figura 6.5 distribuição geográfica atual da família Nelumbonaceae Watson; Dallwitz (2009)



Esta família, segundo Watson e Dallwitz (1992 - 2009), tem distribuição subtropical a tropical estendendo-se do leste dos Estados Unidos até a Colômbia e desde a Ásia subtropical até o nordeste da Austrália.

Gênero *Nelumbo* Adanson, 1763

*Nelumbites* é um gênero usado para folhas isoladas, orbiculares, com venação primária actinódroma do Cretáceo Inferior (Grupo Potomac, UPCHURCH et al. 1994). Folhas isoladas do Cretáceo Superior e Cenozóico com certa afinidade com *Nelumbo* têm sido descritas desde o Cretáceo Superior até o Cenozóico (TAYLOR et al, 2009) sob a designação *Nelumbium* Jussieu, 1789. Estruturas reprodutivas e folhas do Cretáceo Superior da Formação Colônia, Província de Chubut, na Patagônia argentina foram atribuídas ao gênero vivente *Nelumbo* por Gandolfo; Cúneo (2005).

*Nelumbo anaflorae* sp. nov.

ESTAMPA III Figuras A e B, Figura 6.6

**Diagnose Específica:** estrutura reprodutiva feminina, na forma de provável receptáculo inversamente cônico, com área distal plana (diâmetro de aproximadamente 19 mm a 20 mm), alojando em cavidades delimitadas por espessa parede do receptáculo, 19 ou mais corpúsculos arredondados (de 1 mm a 2 mm de diâmetro). Cada corpúsculo ou fruto apresenta-se longitudinalmente alongado e com um orifício central. Esta estrutura é sustentada por um eixo pedicelar, estriado, de grande calibre (diâmetro de 10 mm a 15 mm, na área apical).

**Specific Diagnosis:** feminine reproductive structures, formed by a putative inversely conical fruitlike receptacles distal flat area (at least 19-20 mm in diameter) lodging in small cavities bordered by a thick wall of the receptacle little roundish bodies (around 1-2 mm in diameter). Each little body or fruitcle presents longitudinally elongated and with a central hole. This structure is sustained by one pedicelar axis of big caliber (diameter of 10 mm to 15 mm, in the apical area).

**Holótipo:** UnG TC 308a,b.

**Local Tipo:** nível inferior do afloramento do km 11 da rodovia SP-123, margem esquerda no sentido Quiririm – Campos do Jordão

**Nível Estratigráfico:** parte superior da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté.

**Número de Espécimes Identificados:** 02

**Derivatio Nominis:** epíteto específico *anaflorae*, em homenagem à paleobotânica Ana Flora Pimentel de Rezende-Martins, uma das pioneiras no estudo da paleoflora da Formação Tremembé.

**Descrição:** o espécime apresenta-se incarbonizado e piritizado com duas estruturas sobrepostas, conectadas ou não: a) um eixo pedicelar de grande calibre, estriado, em área distal, que sustenta em seu topo um provável receptáculo inversamente cônico, ainda jovem, encurvado em relação ao eixo pedicelar. Este receptáculo mede 20 mm de comprimento por 18 mm de diâmetro, em sua porção apical mais larga e plana delimitada por uma borda circular a elíptica, repanda. Seu pedicelo, apesar de fraturado, apresenta dimensões superiores a 100 mm de comprimento desde a porção basal preservada, onde tem 15 mm de largura, afinando para 10 mm, na área mais apical. Sobre a superfície distal plana do receptáculo, estão imersos 19 ou mais corpúsculos de contorno arredondado (Estampa III, Figura C, Figura 6.6), prováveis pistilos, de cerca de 1 mm a 1,9 mm, esses corpúsculos estão separados uns dos outros, dentro de cavidades, e delimitados por espessa parede do receptáculo.

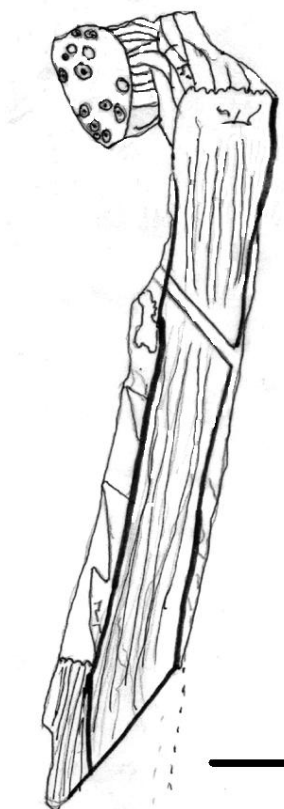


Figura 6.6 *Nelumbo anafloae* sp. nov. escala 1 cm

**Comparação e Discussão:** Essa estrutura fóssil apresenta-se, no topo de um eixo acidentalmente encurvado, provavelmente, durante o processo tafonômico. Embora os limites do receptáculo cônico não estejam claramente delineados, é possível percebê-los como onde se alojam corpúsculos arredondados com uma abertura central. Sua morfologia sugere, fortemente, a afinidade desta estrutura com o receptáculo cônico invertido onde se alojam frutos arredondados de eixo longitudinal ligeiramente alongado, típico das Nelumbonaceae.

Sua semelhança com a estrutura reprodutiva tipo *Nelumbo* identificada no Cretáceo Superior da Formação La Colônia, Província de Chubut, na Argentina, por Gandolfo; Cúneo (2005: 172-175, Plate II A-C), é grande, diferindo, entretanto, por seu diâmetro maior, número maior de possíveis frutos.

Hollick (1894) já havia observado que as folhas fósseis de nelumbonáceas tendiam a ampliar seu tamanho desde o Cretáceo até o recente, iniciando-se com aproximadamente 35 mm no Cretáceo, alcançando ao redor de 120 mm no Neógeno até 600 mm de diâmetro nos tempos atuais. Acredita-se que essa tendência tenha sido acompanhada por seus órgãos reprodutores.

*Nelumbo saadi* sp. nov.  
ETAMPA III, Figuras A e B, Figura 6.7

**Sinonímia:**

2002 - *Aff Nymphaeaceae*. Bernardes-de-Oliveira et al. in: Schobbenhaus et al. SIGEP, p. 61, Figura 5h.

**Diagnose Específica:** lamina foliar orbicular, mesófila, centralmente peltada, simples, cerca de 16 veias primárias actinódromas, divergentes regularmente de provável pecíolo, de calibre potente, bifurcantes e anastomosantes, com veias secundárias, relativamente, muito delgadas, percorrentes ou opostas, delimitando aréolas retangulares a poligonais.

**Espécimes Estudados:** UnG TC 308a/UnG TC308b

**Specific Diagnosis:** orbicular leaf, mesophyll, centrally peltate, simple, at least 16 actinodromous primary veins, diverging regularly of the putative petiole, of strong caliber, bifurcated and anastomosing, with relatively, very thin, percurrent or opposite, secondary veins, delimiting, rectangular to polygonal areoles.

**Holótipo:** UnG TC 308a,b; Estampa IV Figura 2 e 4.

**Localidade tipo:** nível inferior do afloramento do km 11 da rodovia SP-123, margem esquerda no sentido Quiririm – Campos do Jordão.

**Nível estratigráfico:** parte superior da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté.

**Derivatio Nominis:** epíteto específico *saadi*, em homenagem ao Professor Doutor Antônio Roberto Saad experiente estratígrafo da bacia sedimentar de Taubaté.

**Descrição:** por baixo da primeira estrutura há uma folha em disposição flabeliforme, em vista lateral, afunilada, de 65 mm de raio, com veias primárias de grande calibre (cerca de 0,6 mm), divergentes em ângulo agudo de cerca de 25° a partir de possível pecíolo em posição

peltada, encoberto pela estrutura reprodutiva. São dicotômicas e anastomosadas, pelo menos duas vezes, com secundárias muito finas percorrentes opostas e alternas delimitando aréolas retangulares a poligonais de 4 a 5 lados.



Figura 6.7 *Nelumbo saadi* sp. nov.

**Comparação e Discussão:** possivelmente orbicular quando aberta, essa folha aproxima-se em sua forma e número de veias primárias daquela designada *Nelumbo puertae* Gandolfo e Cúneo (2005:172, Plate I A-F), apresentando também veias primárias actinódromas, bifurcantes e anastomosadas, em aproximadamente igual número e ângulo de divergência. Difere, entretanto, por se tratar de mesófila, sem veias secundárias visíveis intercaladas com as veias primárias, mas como percorrentes opostas ou alternas como as terciárias e quaternárias descritas naquela espécie.

Neste jazigo foi citada uma forma de possível folha de *Nelumbonaceae* sob a designação *aff. Nipheaceae* in Bernardes-de-Oliveira et al. (2002 a, Figura 05 h) aqui considerada em sinonímia com a espécie *N. saadi*.

**Distribuição Estratigráfica:** As nelumbonáceas tiveram, desde o Eocretáceo *Nelumbites* (Grupo Potomac, EUA, UPCHURCH et al., 1994) até o Neógeno, uma distribuição, relativamente, cosmopolita e a atual está restrita a América do Norte, Ásia, Austrália e área caribenha, com apenas duas espécies (uma oriental e outra ocidental). Este fato pode ser resultante de vicariância. Embora essa família não seja encontrada, atualmente, no Brasil, a possibilidade de sua existência, no paleolago oligoceno, cuja sedimentação teria dado origem aos depósitos da Formação Tremembé, pode ser corroborada por sua presença na Patagônia, durante o Neocretáceo, e atual na Colômbia.

**Ecologia:** as nelumbonáceas apresentam-se como ervas aquáticas, laticíferas, perenes, em parte imersas e em parte emersas em áreas lacustres, polinizadas por insetos da ordem dos coleópteros, em estado natural (WATSON; DALLWITZ 1997-2009). As flores de *Nelumbonaceae* são consideradas representantes de uma fase de redução floral na evolução inicial das tricolpadas (JUDD et al., 1999).

### Ordem Fabales Bromhead (1838).

Fabales é uma ordem das Eurosidiae I (ou Fabídeas) que, juntamente com Rosales, Cucurbitales e Fagales, constitui um clado notório por possuir componentes capazes de desenvolver associações simbióticas com bactérias nitrificantes, em suas raízes (RAPINI, 2008).

A ordem Fabales contem cerca de 9,6% da diversidade das eudicotiledônias, (MAGALLÓN et al., 1999), com cerca de 20000 espécies. Possui quatro famílias conforme o APGII (2003): Polygalaceae, Surianaceae, Fabaceae (Leguminosae) e Quillajaceae, caracterizadas por pontoações guarneçadas e embrião grande e clorofilado (SIMPSON, 2006). A maioria das espécies pertence à Família Fabaceae. Wikström et al. (2001) estimam a origem deste clado entre 94 – 89 M.a. antes do presente iniciando sua diversificação entre 79 – 74 M.a. atrás.

As folhas de Fabales caracterizam-se por apresentar uma arquitetura foliar, segundo Hickey; Wolfe (1975), onde as folhas são, em geral, pinadamente compostas; a margem inteira; a venação de padrão pinado com veias secundárias broquidódromas e presença de estípulas. Há uma tendência em várias Fabales para a perda ou fusão de folíolos e perda da lâmina inteira.

### Família Fabaceae Lindl. (1836) (= Leguminosae)

As Fabaceae (= Leguminosae) consistem de ervas, arbustos, árvores e lianas ou trepadeiras volúveis ou com gavinhas, frequentemente com nódulos radiculares, resultantes de associações simbióticas com *Rhizobium* spp (bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>). Suas folhas são, usualmente, compostas (mono-, bi- ou trifolioladas, raramente palmadas), as vezes, simples; dispostas, em geral, helicoidalmente; pecíolo com pulvinos basais, geralmente, presentes e responsáveis por movimentos násticos; estipuladas, às vezes com estípulas espinhosas. Inflorescências com flores bissexuadas, as vezes, unissexuadas, actinomorfas ou zigomorfas. Frutos, geralmente, na forma de legume, mais raramente na forma de sâmara, fóliculo ou lomento (SIMPSON, 2006; RAPINI, 2008).

Apresenta distribuição cosmopolita, inclui cerca de 650 gêneros e aproximadamente 18000 espécies. Está entre as principais do ponto de vista econômico, além de estar entre as maiores famílias de angiospermas (SOUZA; LORENZI, 2008). No Brasil, tem importante presença nos ecossistemas naturais. Na Amazônia, é a família com maior número de espécies arbóreas na Reserva Ducke onde se encontram, entre outros, os gêneros *Parkia* e *Swartzia*. No Cerrado, destacam-se o barbatimão (*Stryphnodendron* spp.), copaíba (*Copaifera langsdorfi*) e

também espécies do gênero *Chamaecrista*. Nas florestas de restinga, as espécies que se destacam são *Albarema brachystachya*, *Erytrina speciosa*, *Balizia pedicellaris* e *Mucuna altissima*. Nas florestas do interior do Brasil, destacam-se envira-de-sapo (*Lonchocarpus* spp.), bico-de-pato (*Machaerium hirtum*), sapuvinha (*Machaerium stipitatum*) e jacarandá-paulista (*Machaerium villosum*). Também se encontra, em áreas mais perturbadas, a espécie *Piptadenia gonoacantha*, popularmente conhecida como pau-jacaré. Na Mata Atlântica, encontram-se muitas espécies nativas de Fabaceas; nas regiões alteradas e bordas, são mais perceptíveis o pau-cigarra (*Senna multijuga*) e guapuruvu (*Schizolobium parahyba*). Nas matas ciliares destacam-se *Inga* spp (SOUZA; LORENZI, 2008).

Esta família é considerada monofilética com base em dados morfológicos e moleculares. É classificada em três subfamílias: Caesalpinoideae, Mimosoideae e Faboideae (=Papilionoideae) que, às vezes, são tratadas na categoria de famílias (SIMPSON, 2006; RAPINI, 2008).

Há vários fósseis muito antigos de possíveis fabáceas ou leguminosas (Maastrichtiano – 71,3 a 65,5 M.a) na forma de grãos de pólen tipo *Sindora* (Caesalpinoideae) no Canadá (Columbia) e na Sibéria, bem como de lenhos tipo *Cassia* s.l. e Mimosoideae, contudo, nenhum deles é atribuído a essa família com segurança (WOJCIECHOWSKI et al., 2006).

O primeiro registro de leguminosas é do Neopaleoceno (cerca de 56 M.a) conforme Herendeen (2001) e Wing et al. (2005). Entre o final do Paleoceno e início do Eoceno (55 a 50 M.a), já há representantes fósseis das três subfamílias, principalmente no SE dos EUA (por ex. Claiborne – Eoceno médio 50 – 40 M.a), conforme Herendeen; Dilcher (1990; 1991).

Com base em dados de seqüência de genes *rcbL*, a diferença de idade entre o clado coroa dos legumes e o clado tronco é de 1,0 a 2,5 M. a. A rápida diversificação dos legumes teria acontecido no final do Paleoceno, logo após a sua origem (WOJCIECHOWSKI et al., 2006).

#### Subfamília Caesalpinoideae

Conforme Marchiori (1997) e Simpson (2006) é a subfamília, provavelmente, mais primitiva das Fabaceae. Tem cerca de 2800 espécies que habitam as regiões tropicais e subtropicais do mundo. As cesalpinoídeas são abundantes no reino Paleotropical, principalmente, na África. No Brasil, são mais numerosas no centro-norte do que no sul. Elas incluem espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, podem ser espinhosas ou não, de folhas pinadas ou bipinadas. Suas flores, em geral, zigomorfas, têm uma corola com, tipicamente, cinco pétalas distintas, às vezes, reduzidas, com uma pétala posterior mais interna, recoberta

por duas laterais. Entre os seus gêneros se destacam *Apuleia*, *Bauhinia*, *Cassia*, *Caesalpinia*, *Copaifera*, *Schizolobium*, etc.

#### Gênero *Caesalpinia* L

É um gênero pantropical de fabáceas espinhosas, que engloba mais de 100 espécies, desde árvores de grande porte até ervas. Entre as mais notáveis estão: o Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), o Pau-Ferro [*Caesalpinia leiostachya* (Benth.) Ducke] e a sibipiruna (*Caesalpinia teotophoroides* Benth.). Entre as arbustivas se destacam *C. geilliesii* (Hook.) Benth e *C. pulcherrima* (L) Sw

#### *Caesalpinia* cf. *C. echinataformis* Berry, 1935 ESTAMPA IV, Figuras A e C, Figura 6.8

#### **Espécime Estudado** UnG TC 600

**Local Tipo:** nível inferior do afloramento do km 11 da rodovia SP-123, margem esquerda no sentido Quiririm – Campos do Jordão

**Nível Estratigráfico:** parte superior da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté.

**Descrição:** impressão de folíolo oblongo, fortemente assimétrico (inequilateral), de margem inteira, ápice não preservado e base arredondada assimétrica, parcialmente preservada, leptófilo (de 7,3 mm de comprimento por 3,6 mm de largura e área de 17,52 mm<sup>2</sup>), venação primária pinada, com a veia mediana bem marcada (0,1 mm de calibre), que se expande em sua base em um peciólulo com 0,8 mm de comprimento; venação secundária broquidódroma festonada, com veias relativamente grossas; veias intersecundárias de direção admedial, começando nos loops marginais das veias secundárias e terminando próximo à veia primária em ramificações mais finas e abertas ou fechando aréolas onde vênulas terminam em vários pequenos ramos livres.

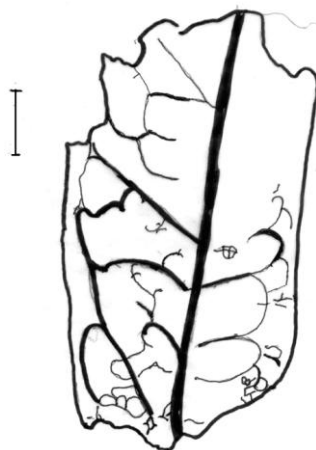


Figura 6.8 *Caesalpinia echinataformis* escala 1 mm.

**Comparação e Discussão:** Este folíolo é diferente de *C. prebahamensis* Berry (Mioceno de Cuba, Berry, 1939) por ser de veia primária menos curva e tamanho menor. assemelha-se à espécie atual *Caesalpinia echinata* (estampa IV Figura B) no contorno geral, forma da base, assimetria e padrão de venação apesar do tamanho menor. Entretanto, isso não é problema porque, como lembrou Berry (1935), o tamanho dos folíolos de *C. echinata* Lamarck é variável. Ao se comparar com a espécie fóssil *C. echinataformis* Berry, embora apenas um folíolo esteja preservado e não a folha composta completa, verifica-se que a semelhança se faz na forma geral oblonga, fortemente assimétrica, principalmente na base, na presença de peciólulo incipiente e em toda a arquitetura da venação foliolar. Por uma questão de prudência, tendo em vista que a comparação se fez apenas com um folíolo, a designação *Caesalpinia* cf. *C. echinataformis* Berry é a mais recomendada.

**Ecologia:** A espécie atual *C. echinata* é uma planta semidecídua, heliófita ou esciófita, característica da Floresta Tropical Pluvial Atlântica. Ocorre, preferencialmente, em terrenos secos e é planta típica do interior da floresta primária densa (LORENZI, 1992).

**Distribuição Estratigráfica:** Berry (1935), registrou a ocorrência de *C. echinataformis* Berry, na Bacia de Fonseca em Minas Gerais, na Formação homônima, considerada do Eoceno, com base em palinomórfos. Sob a designação de *Caesalpinia* cf. *C. echinata*, Franco-Delgado (2002) registrou alguns folíolos isolados de *Caesalpinia*, na taoflora da Formação Entre Córregos, Bacia de Aiuruoca datada de Eoceno-Oligoceno, também por palinologia. Ainda de acordo com Berry (1935) o gênero *Caesalpinia* aparece no registro fóssil desde o início do Cretáceo Superior na América do Norte alcançando, durante o Eoceno, a Europa. Segundo Muller (1981) grãos de pólen do tipo-*Caesalpinia* são encontrados desde o Eoeceno. Foram registrados como *Margocolporites vanwijhei* do Mesoeoceno em diante na Venezuela, aparecendo na Nigéria, no Neoeoceno. O tipo-*Caesalpinia* ocorre sob várias designações genéricas (*Adipera*, *Brasilletia*, *Caesalpinia*, *Haematoxylon*, *Mezoneuron*, *Poincianella*). Para o Brasil a distribuição desse tipo de grão foi exatamente como a da Venezuela (REGALI et al., 1974 a, b). Formas deste tipo de reticulado grosseiro foram descritas para o Eoceno Superior da Nigéria como *Margocolporites foveolatus* e *M. umuahiaensis* por Jean Du Chêne et al. (1978). Na Índia a ocorrência mais antiga é de *Paleocaesalpiniaepites eocenica* descrita por Bakshi (1962) e *Margocolporites complexum* descrito por Sah; Dutta (1966), ambos do Eoceno Inferior de Assam. Ainda conforme Muller (1981), a ocorrência mais antiga e de maior variabilidade foram encontradas na Índia, apontam para essa região como o berço das Caesalpinoideae que desenvolveram um grão de



pólen característico do tipo-*Caesalpinia*. Entretanto conforme Marchiori (1997), as Caesalpinoideae são abundantes no Reino Paleotropical, principalmente na África. No Brasil, são mais numerosas no centro-norte e mais escassas no sul do país. A distribuição desta subfamília sugere que, no Neocretáceo, época de seu surgimento, a dispersão entre a África e a América do Sul era recíproca e muito mais fácil devido à menor distância entre os dois continentes aliada às numerosas ilhas vulcânicas que existiam entre os mesmos. A diferenciação entre as Caesalpinoideae sulamericanas e africanas teria se processado com o crescente distanciamento entre os continentes, após o Paleoceno. Entre a África e o sudeste asiático ocorreram ligações similares até o final do Neógeno, quando sobreveio uma crescente aridez. Conforme Yamamoto (1995), entre os palinórfos ocorrentes na Formação Tremembé foi detectada a presença de *Margocolporites vanwijhei*.

**Distribuição Geográfica:** A espécie *Caesalpinia echinata*, conhecida popularmente por Pau-Brasil, foi muito importante durante a colonização brasileira por sua madeira de cor vermelha. Sua ocorrência atual restringe-se à floresta pluvial atlântica, do Ceará ao Rio de Janeiro, sendo particularmente freqüente no sul da Bahia.

#### Gênero *Cassia* L.

O gênero *Cassia* L. é constituído por cerca de 30 espécies e inclui arbustos, árvores e ervas, distribuídas em regiões tropicais e subtropicais de todo o planeta.

Embora, em certas revisões taxonômicas, os gêneros *Senna* e *Chamaecrista* tenham sido incluídos em sua sinonímia, a tendência atual é mantê-los separadamente (MARCHIORI, 1997; SOUZA; LORENZE, 2008).

O gênero *Cassia* encontra-se distribuído pelas regiões tropicais da América, África, Madagascar, Ásia e Austrália (MARCHIORI, 1997).

No Brasil, há espécies como *C. grandis* e *C. leiandra*, que são típicas da região amazônica (AM, PA), de terra firme (*C. grandis*) e de várzeas inundáveis (*C. leiandra*), enquanto a espécie *C. ferruginea* é típica de floresta latifoliada semidecídua em transição para mata pluvial atlântica, desde o Ceará até Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná, e *C. leptophylla* é típica da Floresta Ombrófila Mista (mata dos pinhais) do Paraná até Santa Catarina.

*Cassia mezzalirae* sp. nov.  
ESTAMPA V, Figura A, Figura 6.9

**Diagnose Específica:** Folíolo diminuto, de contorno oblongo e margem serrada com dentes do tipo cunoióide; ápice reto de ângulo agudo; base convexa assimétrica; peciólulo proeminente, pulvinado na base e encurvado; venação pinada com veia mediana afilada para o ápice; vários pares de veias secundárias semicraspedódromas, dispostos oposta a subopostamente; espaçamento entre as veias secundárias, ligeiramente, decrescente em direção à base; veias secundárias emergentes a ângulo agudo, basipetamente crescente; venação intersecundária bem marcada; venação terciária percorrente alterna.

**Specific Diagnosis:** Tiny leaflet of oblong shape and serrate margin with cunonioid teeth; straight apex of acute angle; asymmetrical convex base; with prominent bent petiole basally pulvinate, pinnate venation with midrib vein distally tapered; several opposite or subopposite pairs of secondary semicraspedodromous veins, secondary vein spacing lightly decreasing toward base, the secondary veins emergent basipetally increasing; stout intersecondary vein; alternate percurrent tertiary vein.

**Holótipo:** UnG TC 613

**Localidade-tipo:** o espécime é proveniente do nível fossilífero inferior da primeira calha, no afloramento do km 11 da rodovia Quiririm – Campos do Jordão (SP – 123).

**Nível Estratigráfico:** porção superior da Formação Tremembé.

**Espécimes Estudado:** 01 (UnG TC 613 / QU 18A).

**Derivatio Nominis:** *mezzalirae* - epíteto específico erigido em homenagem ao Doutor Sérgio Mezzalira, ilustre paleontólogo paulista, que muito contribuiu para a localização e o conhecimento de numerosas ocorrências tafoflorísticas do Estado de São Paulo.

**Descrição:** impressão de folíolo oblongo assimétrico, com 70 mm<sup>2</sup> de área (5mm de largura por 21 de comprimento), margem serrada com dentes do tipo cunonióide com lado apical côncavo e lado basal, ligeiramente, flexuoso; ápice reto e agudo; base convexa assimétrica, ângulo basal de 40°; peciólulo proeminente inflado na base e encurvado, medindo 2mm de comprimento; venação primária pinada com veia mediana que afina distalmente; venação secundária broquidódroma, composta de 13 a 14 pares em disposição oposta a suboposta, espaçamento das veias secundárias, ligeiramente, decrescente em direção à base; as veias secundárias emergem a um ângulo 62° que cresce, suavemente, em direção à base, atingindo 72° na porção mais proximal; venação intersecundária bem marcada; venação terciária percorrente alterna.

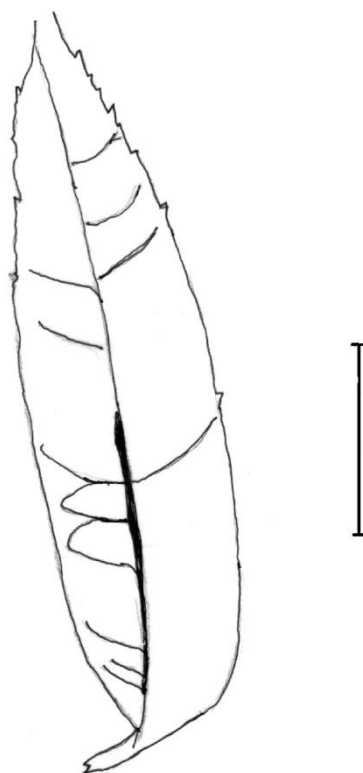


Figura 6.9 – *Cassia mezzalirae* sp. nov. escala 5 mm.

**Comparação e Discussão:** o fato do espécime tratar-se de um folíolo, com venação primária pinada e secundária semicraspedódroma, desprovido de veia fimbrial, apresentando margem serrada com dente cunonióide, levou a identificá-lo como pertencente ao grado das Rosideas (HICKEY; WOLFE, 1975; APG II, 2003). Por sua arquitetura foliar e peciólulo pulvinado, este folíolo foi colocado dentro das Fabales e família Fabaceae, foi comparado com *C. rosleri* Fittipaldi, 1990 (FITTAPALDI, 1990, estampa 2 fig. 4, estampa 11, figs. 1-4), que apresenta como diferenças importantes: folíolo simétrico; forma ovado-lanceolado, margem inteira e venação secundária com disposição alterna e broquidódroma. Outra espécie usada para comparação foi *C. adumbrata* Duarte e Melo-Filha, 1980 (DUARTE; MELO-FILHA, 1980, estampa 2 figura 4) que difere no tipo de margem inteira; forma da base aguda; venação secundária broquidódroma e tênue que apresenta ângulo de divergência com 45°, ou seja, mais agudo. *C. longifolia* Engelhardt (*apud* BERRY, 1925, Plate I) difere morfológicamente por apresentar folíolo sésstil; ápice arredondado; margem inteira. Com esta espécie, o espécime estudado apresenta também semelhanças importantes como: tamanho; forma; inequilateralidade; base arredondada inequilateral; textura subcoreácea; veias secundárias de calibre moderado, numerosas e proximamente espaçadas, semicraspedódroma.

Entre as espécies atuais, a que apresenta maior afinidade botânica com esta forma fóssil é *Cassia leptophylla* Vog. assemelhando-se quando à venação secundária com 14 pares opostos a subopostos; veia mediana reta, e afilada distalmente; a presença de um peciólulo encurvado e pulvinado na base. Entretanto, difere dessa espécie pelo contorno mais oblongo do que ovado, pela venação semicraspedódroma em vez de craspedódroma festonada e pela presença de dentes marginais. Todas essas características distintivas em relação às espécies fósseis e viventes e o grau de preservação razoavelmente bom do espécime, permite-se designá-lo como *Cassia mezzalirae* sp. n.

*Cassia suguioi* sp. n.

ESTAMPA V Figura B, figura 6.10

**Sinonímia:**

1989 *Cassia* sp. Duarte e Mandarim-de-Lacerda, *Anais Congr. Bras. Paleont.*, **11**, (vol.1): 400-401, estampa I, figs. 4 e 5).

**Diagnose específica:** fruto leguminoso, na forma de impressão, possivelmente, falcada, de pericarpo coriáceo e achatado. Relação comprimento por largura superior a 3:1 (no fragmento) sugerindo tratar-se de um fruto bem mais longo que largo, suturas ventral e dorsal paralelas, de calibre semelhante com uma trama de nervuras perpendiculares ao eixo longitudinal do fruto. Delimitação de lóculos do fruto sugerida por linhas e pequenas variações de volume perpendiculares às suturas.

**Specific Diagnosis:** impression of leguminous fruit, falciform, of coriaceous and flat pericarp. Length for width relationship superior to 3:1 (in the fragment) suggesting to treat of a much longer than wide fruit, parallel ventral and dorsal sutures, which are of similar caliber with of perpendicular ribs to the longitudinal axis of the fruit. The locules outlines of the fruit are suggested by lines and small volume variations perpendicular sutures.

**Holótipo:** UnG TC 877

**Local-tipo:** afloramento do km 11 da rodovia Quiririm – Campos do Jordão (SP – 123).

**Nível estratigráfico:** Porção superior da Formação Tremembé (Oligoceno).

**Número de espécimes estudados:** 01 (UnG TC 877)

**Derivatio nominis:** *suguioi* epíteto específico erigido em homenagem ao Professor Doutor Kenitiro Suguio, geólogo que muito contribuiu para a expansão do conhecimento da bacia de Taubaté.

**Descrição:** fragmento de fruto leguminoso, na forma de impressão, possivelmente, falcada, de pericarpo coriáceo e achatado; o comprimento atinge 41 mm e a largura 13,5 mm onde a relação comprimento por largura é superior a 3:1 (no fragmento), suturas ventral e dorsal paralelas, de calibre semelhante (0,3 mm), com uma trama de nervuras perpendiculares ao eixo. Delimitações de lóculos do fruto sugeridas por linhas e pequenas variações de volume perpendiculares às suturas.

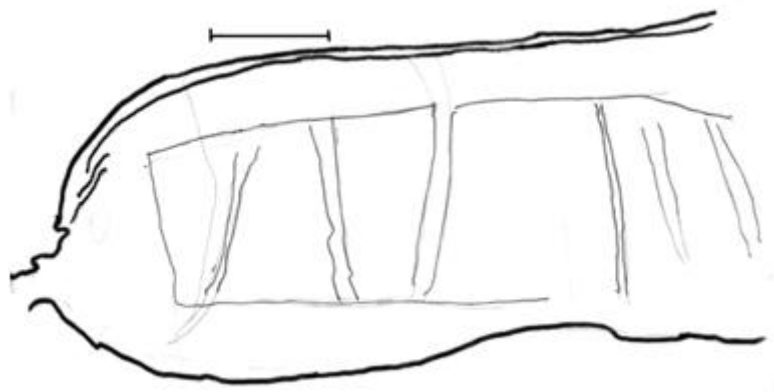


Figura 6.10 – *Cassia suguioides* sp. nov. escala 5 mm.

**Comparação e Discussão:** O seu aspecto achatado e longilíneo, coriáceo com delimitações de várias sementes induz à interpretação de que se trata de um fruto de fabácea. O espécime ora analisado (Est. VI, fig.4), por seus caracteres e medidas, é semelhante a um fragmento de fruto tipo legume descrito por Duarte e Mandarim-de-Lacerda (1989, estampa I, figuras 4-5) e atribuído ao gênero *Cassia* L., proveniente do afloramento da Formação Tremembé, localizado na área da Fazenda Santa Fé, bairro do Padre Eterno, Tremembé (SP). O fato de ser um legume sugestivamente falciforme, com evidências de compartimentos transversais onde se alojariam as sementes, leva à identificação com o gênero *Cassia* principalmente com o legume de *C. leptophylla* Vog. e por sua largura e extremidade arredondada tendo em vista a distribuição geográfica, preferencialmente, subtropical desta espécie. Considerando tratar-se de um fragmento de legume oligoceno, torna-se aconselhável a utilização de outro nome específico, daí a designação *C. suguioides* sp. n.

**Ecologia:** a espécie atual *C. leptophylla* é uma planta perenifólia, heliófita, característica das formações secundárias das florestas situadas em regiões de altitudes, como a mata de pinhais. Sua ocorrência no interior da mata primária densa é rara. Apresenta dispersão irregular e descontínua (LORENZI, 1992).

**Distribuição Geográfica:** Paraná e Santa Catarina na floresta de pinhais (Floresta Ombrófila Mista).

**Distribuição Estratigráfica:** segundo Berry (1925), embora não se conheça o lugar de origem desse gênero ele surge quase que simultaneamente no Neocretáceo da Nova Zelândia, Austrália, Boêmia, Saxônia, Groenlândia, planície costeira atlântica e arenito Dakota das Montanhas Rochosas. Há numerosas espécies oligocenas e miocenas na Europa, África e América. *Cassa* foi abundante nas praias mediterrâneas pliocenas. No Pleistoceno espécies de *Cassia* ocorrem associadas com o *Homo erectus* em Java. Quanto à América do Sul, Berry (1925) considerou que o gênero *Cassia* estaria presente desde o início do Paleógeno. Berry (1922) registrou a presença de *C. crysocarpoide* Britton. e *C. singewaldi* Berry na Flora de Trinidad e Chile; também no Mioceno da Venezuela, Lota e Coronel, no Chile. No Brasil, o gênero foi registrado nas bacias de Gandarela e Fonseca (Eoceno) em Minas Gerais, na bacia de Taubaté, Formação Tremembé, no afloramento Extrativa Santa Fé, e na Formação Itaquaquecetuba, bacia de São Paulo, ambas do Oligoceno (BERRY, 1935; DUARTE; MELO-FILHA, 1980; FITTPALDI, 1990; etc.).

Gênero *Copaifera* L.

Conhecido desde 1628 pelo termo copaíba, o gênero *Copaifera* L. envolve 72 espécies, das quais 16 são encontradas no Brasil. Dentre as espécies brasileiras, resalte-se a *C. langsdorfii* Desf., distribuída por todo o território da Amazônia à Santa Catarina, nordeste e centro-oeste. Esse gênero ocupa a região Neotropical (desde o México até o norte da Argentina) e também a Paleotropical da África ocidental (Congo, Camarões, Guiné e Angola). Há, ainda, a citação da espécie *C. palustris*, com características semelhantes às das espécies africanas encontrada na Ilha de Bornéu, na Malásia (VEIGA-JÚNIOR; PINTO, 2002) Figura 6.11.

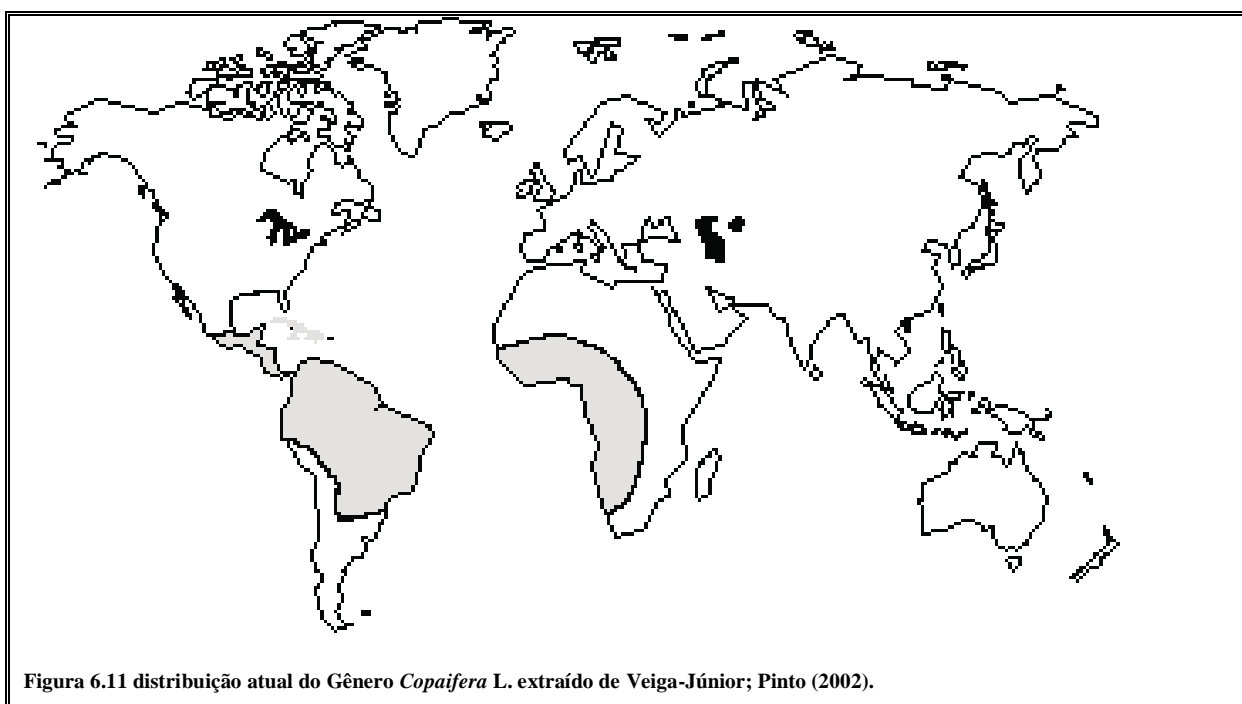


Figura 6.11 distribuição atual do Gênero *Copaifera* L. extraído de Veiga-Júnior; Pinto (2002).

As Copaíbas são conhecidas pela produção de bálsamo (MARCHIORI, 1997), isto é, do óleo de copaíba, que é um exudato constituído por ácidos resinosos e compostos voláteis.

Constituem-se em árvores de crescimento lento, alcançam de 25 m a 45 m de altura, podendo viver até 400 anos. O tronco é áspero, escuro e mede de 0,4 m a 4 m de diâmetro. As folhas são alternas, pecioladas e compostas. São polinizadas por abelhas do tipo *Trigona* sp. e *Apis mellifera* (VEIGA-FILHO; PINTO, 2002).

*Copaifera leliae* sp. nov.  
ESTAMPA VI Figuras A e C, Figura 6.12

**Número do espécime estudado** GP3E 7115b

**Diagnose específica:** folíolo elíptico, assimétrico, nanófilo, de margem inteira; peciólulo marginal, encurvado e pulvinado; base assimétrica arredondada de ângulo agudo; ápice não preservado; venação primária pinada com a veia mediana reta e bem marcada; venação secundária bem definida, relativamente crassa, semicraspedódroma festonada; espaçamento entre secundárias decrescente para a base; ângulo de emergência variável ao redor de 42°-50°; veias intersecundárias bem definidas; aproximadamente, cinco veias emergentes da base; venação terciária reticulada ao acaso, de curso sinuoso, ramificada admedialmente, ângulo entre veias terciárias e primária obtuso, variável ao redor de 130°; venação quaternária reticulada, poligonal regular com 4 a 5 lados delimitando as aréolas. Últimas vênulas marginais em "loops" originando veia fimbrial.

**Specific Diagnosis:** elliptic leaflet, asymmetric, nanophyll of entire margin; marginal petiolule, bent and pulvinate; round asymmetric base of acute angle; petiolule in marginal position, bent and pulvinate; round asymmetric base; apex not preserved; venation pinnate with the midrib straight and well marked; clear secondary venation, festooned semicraspedodromous; secondary veins spacing decreasing toward the base, secondary veins angle of variable from 42° to 50°; strong intersecondaries veins; approximately five veins leaving the base; tertiary venation randomly reticulate, of sinuous course, ramified admedially, obtuse angle among tertiaries and primary veins variable and about 130°; quaternary venation polygonal reticulate shaped, 4 to 5 sided making the areolation. Ultimate marginal veinlets in " loops " forming the fimbrial vein.

**Holótipo:** GP3E 7115b

**Local tipo:** da rodovia SP-123, margem esquerda no sentido Quiririm – Campos do Jordão.

**Nível Estratigráfico:** parte superior da Formação Tremembé, bacia de Taubaté.

**Derivatio Nominis:** epíteto específico *leliae*, em homenagem à paleobotânica Lélia Duarte, uma das pioneiras no estudo da paleoflora, principalmente no que se refere às fabáceas, da Formação Tremembé.

**Descrição:** impressão de folíolo elíptico assimétrico, apesar de incompleto, visivelmente nanófilo (de 17 mm de comprimento por 8,75 mm de largura, com área de 99 mm<sup>2</sup>); margem inteira; peciólulo em posição marginal, medindo 1 mm de comprimento por 0,5 mm de largura, encurvado e pulvinado; base assimétrica arredondada de ângulo ao redor de 80°; ápice não preservado; venação primária pinada reta com a veia mediana bem marcada; venação



secundária bem definida, semicraspedódroma festonada; com aproximadamente cinco veias saindo da base; espaçamento entre secundárias decrescente para a base, ângulo de emergência variável ao redor de 42°-50°; veias intersecundárias bem definidas; venação terciária reticulada ao acaso, de curso sinuoso, ramificada admedialmente, ângulo entre terciárias e primárias obtuso variável e ao redor de 130°; venação quaternária reticulada, poligonal regular com 4 a 5 lados delimitando as aréolas. Últimas vênulas marginais em “loops” formando a veia fimbrial.

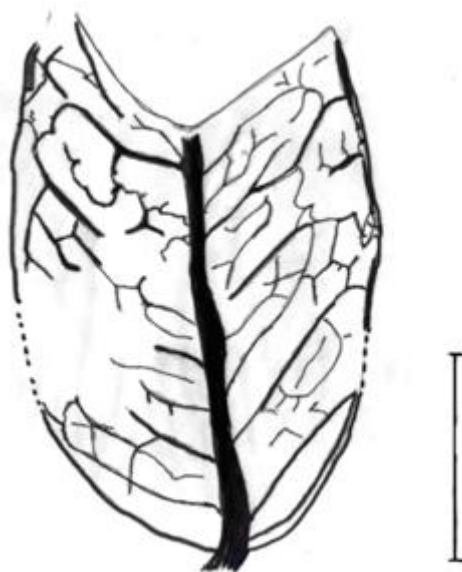


Figura 6.12 *Copaifera leliae* sp. nov. escala 5 mm.

**Comparação e Discussão:** Até o momento, *Copaifera* L. teve sua presença assinalada no Brasil, apenas no jazigo da Fazenda Santa Fé da Formação Tremembé, sob a forma de um fruto leguminoso, identificado e designado como *C. flexuosa* Duarte e Mandarim-de-Lacerda (1989, Estampa I, Figuras 8, 10). Em relação ao jazigo do km 11, Quiririm-Campos do Jordão, há um registro sem qualquer descrição ou figura em Bernardes-de-Oliveira et al. (2002 a). As comparações feitas, em relação às espécies atuais, revelaram que o espécime estudado apresenta uma maior afinidade a *C. langsdorfii* quanto à forma da lâmina foliolar, forma da base, proporção comprimento por largura, posição do peciólulo, tipo de margem, tipo de venação primária e secundária, quantidade de veias basais, espaçamento entre veias secundárias decrescente em direção à base. Entretanto, difere desta espécie no tamanho foliolar, ângulo da base, proporção do peciólulo e calibre da venação secundária. Quando comparado a *C. trapezifolia*, constatou-se a semelhança quanto ao tamanho laminar, forma da base, posição do peciólulo, tipo de margem, venações primária e secundária, espaçamento entre as secundárias, venação intersecundária nítida e de calibre moderado. Suas diferenças se fazem na forma da lâmina, proporção do peciólulo, quantidade de veias basais, ângulo entre

as veias primária e secundárias. Estas evidências justificam a manutenção do espécime no gênero *Copaifera* e em nova espécie: *C. leliae* sp nov.

**Ecologia:** A espécie *C. langsdorfii* Desf. trata-se de uma planta decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva xerófita, característica das formações de transição do cerrado para a floresta latifoliada semidecídua. Ocorre tanto na mata primária como nas formações secundárias (LORENZI, 2002). *C. trapezifolia* Hayne é árvore de grande porte (35 m), com tronco robusto, reto e cilíndrico, com copa umbeliforme, folhagem densa e perene, suas folhas são alternadas, paripinadas e compostas de cinco a nove pares de folíolos alternos ou opostos. Espécie tropical considerada como espécie-climax, predomina em encostas íngrimes, com altitude de 500 m a 800 m (MARCHIORI, 1997).

**Distribuição Geográfica:** *C. langsdorfii*: Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná, principalmente na floresta latifoliada que recobre a da bacia do Paraná (LORENZI, 1992). *C. trapezifolia*: originária da Floresta Atlântica, desde a Bahia até o município de Osório (RS) (MARCHIORI, 1997).

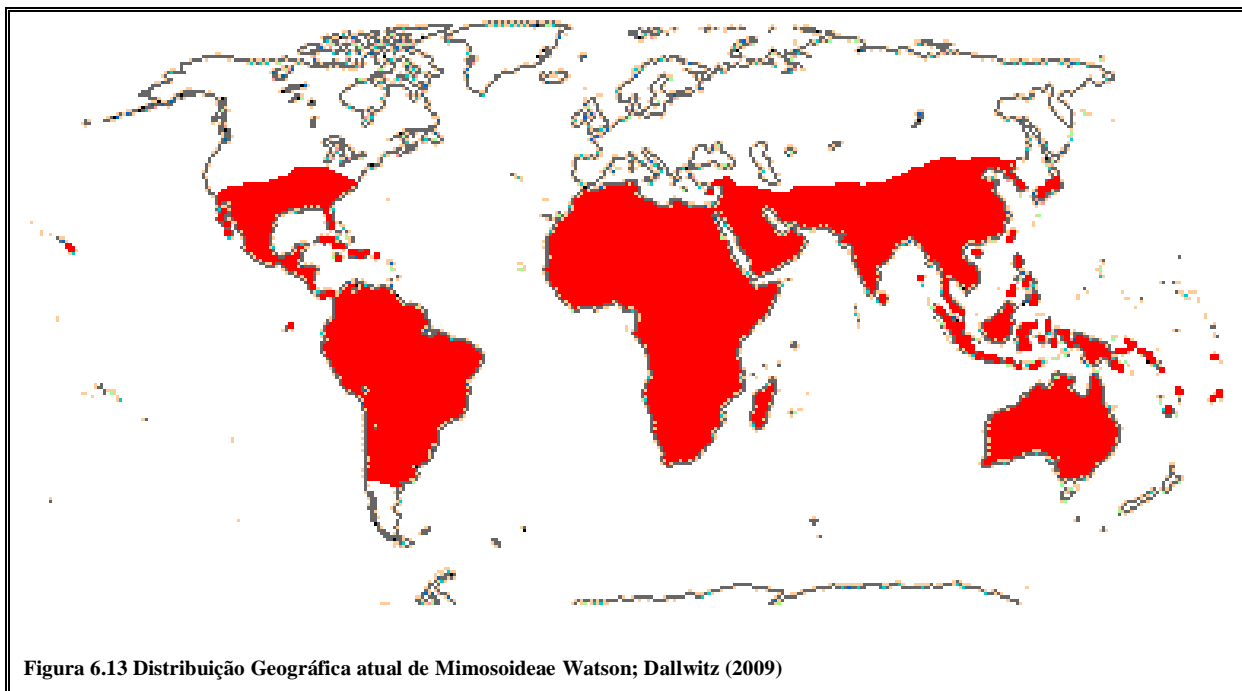
**Distribuição Estratigráfica:** para o Brasil, a única citação do gênero *Copaifera*, no estado fóssil, é a de Duarte e Mandarim de Lacerda (1989) como um fruto encontrado também na Formação Tremembé, no afloramento da Extrativa Santa Fé.

#### Mimosoideae Kunth

As mimosóideas incluem árvores de médio a grande porte (*Albizia*, *Enterolobium*, *Parapiptadenia*) principalmente, do dossel da floresta, arbustos (*Calliandra*) e até ervas muito pequenas (*Mimosa palpera*, *M. pudica*). Geralmente bipinadas, suas folhas são menos frequentemente pinadas (*Inga* sp.), reduzidas a filódios (*Acacia longifolia*) ou ausentes (*Prosopis kuntzei*). Definida por flores regulares, actinomorfas, pentâmeras, reunidas em racemos ou capítulos, possuem sépalas soldadas e corola gamopétala. Seus frutos apresentam-se em formas muito variadas de legumes ou craspédios.

A subfamília envolve cerca de 60 gêneros e 3 mil espécies, de regiões tropicais a temperado-quentes do mundo, várias são ecologicamente importantes em regiões áridas do mundo (por ex. *Acacia*, *Parkia*, *Prosopis*, etc). Quase dois terços das espécies de mimosóideas concentram-se em apenas três gêneros: *Acácia*, *Mimosa* e *Inga*. Muitos gêneros da subfamília são monotípicos ou com poucas espécies e restritos ao continente africano. Os principais centros de dispersão acham-se na América tropical, África, Ásia e Austrália. Os

gêneros *Albizia*, *Calliandra* e *Parkia* são elos florísticos entre América e África, contando com numerosas espécies nos dois continentes.



Diversos membros da subfamília são restritos as terras baixas das Florestas Tropicais, habitando margens de rios e lagos (e.g. *Inga* sp).

As mimosoídeas têm afinidades maiores com as cesalpinoídeas do que com as faboídeas (MARCHIORI, 1997; JUDD et al., 1999; LORENZI, 2002).

#### Gênero *Stryphnodendron* Martius, 1837

Martius (1837) descreveu este gênero com base em três espécies coletadas no Brasil: *S. barbadetimam*, *S. polyphyllum* e *S. rotundifolium*, indicando a primeira como espécie-tipo. Bentham (1875), em monografia das espécies de Mimosoideae, indicou o local de ocorrência e uma breve descrição de nove espécies do gênero: *S. angustum*, *S. coriaceum*, *S. obovatum*, *S. guianence*, *S. microstachyum*, *S. floribundum* e as três espécies de Martius (1837). Scalon (2007) fez detalhado histórico sobre os avanços do conhecimento do gênero e suas espécies, ressaltando, sobretudo, que Guinet; Caccavari (1992) reconheceram a existência de dois subgrupos dentro do gênero: um de espécies com ocorrência amazônica e outro nas caatingas e cerrados. A análise dos diferentes tipos de grãos de pólen, também levou esses autores a subdividirem as espécies do gênero em dois grupos que, morfológicamente, correspondem aos tipos de inflorescência encontrados: inflorescência simples ou paniculadas. Dentre as feições

diagnósticas de *Stryphnodendron* citam-se: plantas subarborescentes a arbóreas; inermes; folhas bipinadas; nectários extraflorais, geralmente, no pecíolo, raque e raquíolo; ápice dos ramos geralmente ferrugíneos; flores pentâmeras, cujo número de estames é o dobro do número de pétalas, apresentando esses estames, grãos de pólen em políades, fruto do legume nucóide ou folicular septado; sementes não aladas com desenvolvimento de endosperma. As espécies do gênero podem ser reunidas em três grandes grupos morfológicamente distintos entre si: a) espécies subarborescentes, b) espécies arbustivas e arbóreas oligofolioladas e c) espécies arbustivas e arbóreas multiolioladas. Esses três grupos distinguem-se além de pelo número de folíolos também pelos número e formato dos folíolos; tipo, número e formato dos nectários extraflorais; tipo de inflorescência; indumento e tipo de cálice e corola, indumento do ovário; formato e tipo de fruto.

Ainda, conforme Scalon (2007), *Stryphnodendron* é um gênero neotropical, que ocorre desde a Nicarágua até o sul do Brasil (Paraná), com maior diversidade no Brasil, onde aparece em diferentes tipos de vegetação destacando-se dois centros dispersores: Amazônia e Brasil central. Sua distribuição se faz segundo quatro padrões: a) táxons amazônicos, b) táxons do Brasil central, c) táxons restritos às matas semidecíduas e d) táxons restritos às florestas costeiras, Figura 6.8.

Calvillo-Canadell; Cevallos-Ferriz (2005), ao realizarem levantamento de assembléias fitofossilíferas mexicanas, provenientes da Formação Carroza (eocena) e da Formação Coatzingo (oligocena) em Puebla, descobriram 15 novas taxa de legumes, com base em frutos e folhas, dentre os quais, apareceram dez espécies de mimosoídeas, sendo duas de *Stryphnodendron* uma para fruto e outra para folíolo. Registraram assim a presença de importante flora de Fabaceas em território mexicano desde o Paleógeno por todo o Cenozóico. Ressaltaram que, embora a origem da família seja incerta, a diversificação de algumas linhagens, durante o Paleógeno e Neógeno norte-americanos, está bem documentada no registro fóssil. Advogaram que a América do Norte incluindo o México como área de diversificação de plantas filogeneticamente relacionadas a eurásianas e africanas, tem um bom fundamento no registro fóssil, defendendo o conceito de que uma flora boreotropical terciária se estendeu para o sul até o México, bem como levaria ao reconhecimento de que alguns taxa, também evoluíram nas baixas latitudes da América do Norte em vez de serem meramente imigrantes de regiões adjacentes.



Figura 6.14 Distribuição Geográfica atual do gênero *Stryphnodendron*. Fonte: Scalon (2007).

*Stryphnodendron juditeae* sp.n.  
ESTAMPA VII Figuras A, B e C, Figura 6.16

**Sinonímia:**

1990 *Tocoyena riccominii* Fittipaldi. In Fittipaldi, Tese de Doutorado, p. 65-67, estampa 6 fig. 2 e estampa 16 fig. 1.

**Espécimes Estudados:** UnG TC 611; GP3E6436; GP3E7662a; GP3E7662b; GP3E7845a; GP3E7845b; UnG TC 207; UnG TC 48; UnG TC 612; UnG TC623; UnG TC 942; UnG TC 98.

**Diagnose Específica:** folíolos de contorno laminar, no geral, obovado, às vezes elíptico-orbicular, assimétricos; de ápice emarginado, poucas vezes apenas retuso; base assimétrica, com um lado arredondado e outro truncado; peciólulos providos de um par de estipela, em disposição alterna a suboposta, sobre raque com estriação longitudinal, provida de possíveis nectários; margem inteira; cinco veias emergentes na base; venação primária pinada; veia primária crassa e reta; secundária broquidódroma festonada, com espaçamento irregular e intersecundárias fracas; terciárias reticuladas ao acaso, ramificadas admedialmente, às vezes, percorrentes alternas, com ângulo obtuso variável (entre 90° e 150°) em relação à primária. A

venação quaternária é reticulada tetragonal regular e as vênulas de quinta ordem terminam, livremente, di- ou tricotomizadas, constituindo as marginais uma veia fimbrial.

**Specific Diagnoses:** obovate sometimes elliptical-orbicular asymmetric leaflets; emarginate sometimes retuse apex; asymmetric base with one side rounded and the other truncate; petiolules with a pair of stipel in alternate to subopposite disposition, on rachis longitudinally striated, with provable nectarines; margin entire; five emergent veins at the base; primary venation pinnate, primary vein thick; secondary veins brochidodromous festooned, with irregular spacing and weak intersecondaries; tertiary veins random reticulate, ramified admedially, sometimes, alternate percurrent, forming variable obtuse angle (from 90° to 150°) to the primary vein. The fourth order veins are reticulate regular tetragonal and the veinlets of fifth order are finish, freely, di - or trichotomizing, constituting the marginal ones a vein fimbrial.

**Holótipo:** UnG TC 611, Estampa II Figura 8 e Estampa VII Figuras 1, 2, 3 e 4

**Parátipos:** GP3E6436; GP3E7662a; GP3E7662b; GP3E7845a; GP3E7845b; UnG TC 207; UnG TC 48; UnG TC 612; UnG TC623; UnG TC 942; UnG TC 98.

**Local-tipo:** da rodovia SP-123, margem esquerda no sentido Quiririm – Campos do Jordão.

**Nível Estratigráfico:** porção superior da Formação Tremembé.

**Derivatio Nominis:** epíteto específico *juditeae* em homenagem à Professora Doutora Maria Judite Garcia, palinóloga da UnG, que muito contribui para o conhecimento das floras cenozóicas do Sudeste Brasileiro.

**Descrição:** Doze impressões de folíolos, normalmente, isolados, com resquício de incarbonização, principalmente, na nervura mediana, aparecendo três deles conectados a sua raque estriada com algumas protuberâncias cônicas ou escaras, interpretadas como possíveis nectários, semelhantes aos de Scalon (2007), aqui reproduzidos na Figura 6.X. Essa raque (3 mm de diâmetro) exibe uma filotaxia do tipo alterna e paripinada (?), com um folíolo preservado em dobra longitudinal e apenas o peciólulo de seu par preservado (Estampa VII, Figura C.). Sobre a raque, a cerca de 10 mm acima desse primeiro par, encontra-se preservado apenas o ponto de inserção do folíolo seguinte e mais 10 mm adiante, insere-se o terceiro folíolo, em preservação completa. Os folíolos de contorno laminar, no geral, obovado, às vezes, elíptico-orbicular, assimétrico medem de 22-28 mm de comprimento por 19,6-30 mm de largura, ficando a largura máxima a, aproximadamente, 5 mm do ápice (microfila de 560 mm<sup>2</sup>), garantindo-lhe, por vezes, forma nitidamente obcordada. Um peciólulo recurvado (7 mm de comprimento e 2 mm de largura, em sua extremidade proximal), com um par de estipelas na base, estreita-se ligeiramente em direção à base da lâmina foliolar e insere-se em

posição marginal; folíolo de ápice geralmente emarginado, às vezes, apenas retuso e base assimétrica, com um lado arredondado ou convexo e outro truncado; margem inteira; cinco veias emergem da base; venação primária pinada; veia primária crassa e reta; secundária broquidódroma festonada, com espaçamento irregular e intersecundárias fracas; terciárias reticuladas ao acaso, ramificadas admedialmente, às vezes, percorrentes alternas, com ângulo obtuso variável (entre 90° e 150°) em relação à primária. A venação quaternária é reticulada tetragonal regular e as vênulas de quinta ordem terminam, livremente, di- ou tricotomizadas, constituindo as marginais uma veia fimbrial.

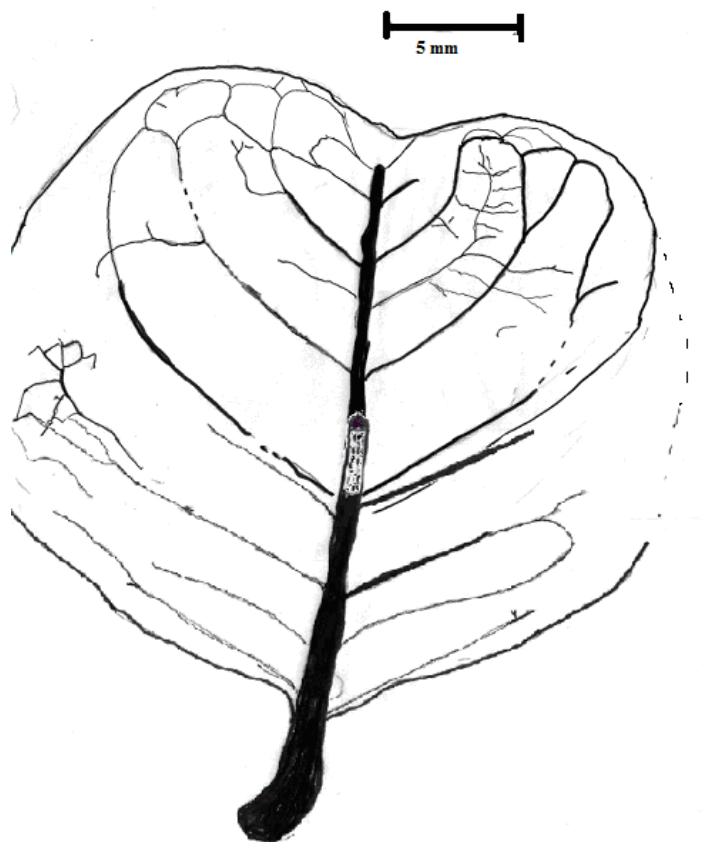


Figura 6.15 *Stryphnodendron juditeae* sp. nov.

**Comparação e Discussão:** Seu contorno foliolar obcordado é similar ao das Oxalidaceae, entretanto, seu tamanho, filotaxia, textura e arquitetura foliar não são compatíveis com os dessa família. Outra forma foliolar semelhante é a das Connaraceae (*Rourea*) que apresentam também peciólulo inflado na base, margem inteira, venação primária pinada, secundária broquidódroma festonada, intersecundárias fracas e terciárias reticuladas ao acaso. Todavia, a ausência de estípulas, característica desta família, não se confirmou. As feições morfológicas desses espécimes lembram ainda as de Rubiaceae (*Tocoyena bullata*) principalmente no aspecto coriáceo, contorno obovado, veias secundárias broquidódromas festonadas, ângulo de

emergência de 42° a 66°, terciárias reticuladas ao acaso, próximo a primária, tornando-se percorrentes opostas, distalmente, além de não apresentarem veia fimbrial e vênulas formando pequenos *loops* na margem. Contudo, diferem no ápice mais emarginado do que retuso, no peciólulo bem definido, na veia mediana mais reta e por tratar-se, de prováveis folíolos mais do que de uma folha simples. Estes espécimes aproximam-se por sua filotaxia, contorno e arquitetura das formas foliolares de Fabales, com a maioria de seus caracteres coincidindo com os das fabáceas. Calvillo-Canadell e Cevallos-Ferriz (2005, p.681, Figura 9 A) apresentaram um espécime fóssil de folíolo obovado-obcordado, de ápice emarginado, base assimétrica, comprimento de 11 mm, por 8 mm de largura, cuja arquitetura foliolar é muito semelhante ao das formas ora estudadas. Foi designado como *Stryphnodendron emarginatum* Calvillo-Canadell; Cevallos-Ferriz, 2005. As formas da Formação Tremembé distinguem-se da espécie mexicana, acima referida, apenas por apresentar uma venação intersecundária melhor definida, veias secundárias com ângulo de emergência mais aberto, venação de terceira ordem percorrente alternada e tamanhos foliolares maiores. Scalon (2007), com uma revisão das espécies atuais do gênero *Stryphnodendron*, possibilitou a identificação dos espécimes da Tafoflora de Quiririm dentro deste gênero. As espécies que mais se aproximam das formas ora estudadas são *Stryphnodendron adstringens* e *S. velutinum*. Com a primeira espécie poderiam ser semelhantes quanto ao aspecto raque e peciólulos glabros ou, esparsamente pubescentes, quanto ao comprimento maior dos peciólulos, aos nectários extraflorais da raquíola mais verruciformes que fusiformes e quanto ao formato dos ápices dos folíolos distais, fortemente emarginados chegando a ser obcordados. Com *S. velutinum* as semelhanças se fazem quanto ao formato dos foliólulos ligeiramente assimétricos e geralmente orbiculares, tendendo, nos espécimes estudados, mais para formas obovadas. Como não há possibilidade de comparações mais detalhadas quanto ao número de pares de folíolos e quanto ao aparato floral, torna-se mais prudente a designação de uma nova espécie para esses folíolos isolados ou conectados à suas respectivas raques. Assim, propõe-se aqui a designação *Stryphnodendron juditeae* sp. nov.

**Ecologia:** a espécie atual *S. adstringens* é uma planta decídua, heliófita, pioneira e seletiva xerófita, característica de formações abertas, como cerrados e campos. Apresenta nítida preferência por solos arenosos e de drenagem rápida, como os situados em encostas suaves e topos de morros. Ocorre tanto em formações primárias como secundárias (LORENZI, 2002). São plantas de hábito arbóreo, de pequeno a médio porte (mas nunca subarbustivo), de copa baixa e arredondada, troncos e ramos suberosos e tortuosos (SCALON, 2007).



**Distribuição Geográfica:** a espécie afim *S.adstringens* (Martius) Coville pode ser encontrada, principalmente, no Cerrado, distribuindo-se pelos estados de Tocantins, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo, predominantemente em campos secos e abertos. Ausente no Estado do Rio de Janeiro, a área de coleta do espécime tipo foi a das “formações campestres do vale do Paraíba do Sul e da Serra da Mantiqueira e, provavelmente, inclui também os cerrados”. Incluiria assim, as áreas de cerrado do Estado de São Paulo como as que ocorrem em São José dos Campos e Taubaté, onde foram coletados indivíduos dessa espécie (SCALON, 2007).



Figura 6.16 - Distribuição Geográfica atual de *Stryphnodendron adstringens* extraído de Scalon, (2007)

**Distribuição Estratigráfica:** O gênero *Stryphnodendron* tem seu primeiro registro no Oligoceno da Formação Coatzingo, de Puebla – México, feito por Calvillo-Canadell; Cevallos-Ferriz, (2005). O referido trabalho ressaltou que a folha de *Mimusops praenuntia* Berry (1930), da flora eocena de Wilcox, compartilha algumas características com aquelas de *Stryphnodendron emarginatum* Calvillo-Canadell; Cevallos-Ferriz, 2005, sem entretanto, estabelecer qualquer sinonímia. Taylor et al. (2009) também se referiram ao gênero *Stryphnodendron* como tendo registro a partir do Oligoceno.

### Ordem Sapindales, Dumort (1829)

As Sapindales constituem uma ordem monofilética como indicam as sinapomorfias: folhas compostas pinadamente (ocasionalmente tornando-se palmadamente compostas, trifolioladas ou unifolioladas) e suas flores com um disco de néctar distinto. Elas são lenhosas, com folhas, normalmente, sem estípulas e em disposição alternada e compostas por flores tetra- ou pentâmeras com partes do perianto imbricadas, a monofilia da ordem é fortemente sustentada por análises baseadas sobre caracteres de seqüência *rbcL* e *atpB*. A ordem consiste de nove famílias 460 gêneros e 5670 espécies. Suas maiores famílias incluem: Anacardiaceae, Dulceraceae, Meliaceae, Rutaceae, Sapindaceae e Simaroubaceae.

O grupo tronco das Sapindales está adaptado de 102 a 96 M.a. ou 80 a 72 M.a. e seu grupo coroa está adaptado de 66 a 60 M.a. ou 73 a 69 M.a., dependendo do tipo de análise utilizada. As Sapindales contem cerca de 3% da diversidade das Eudicotiledoneas.

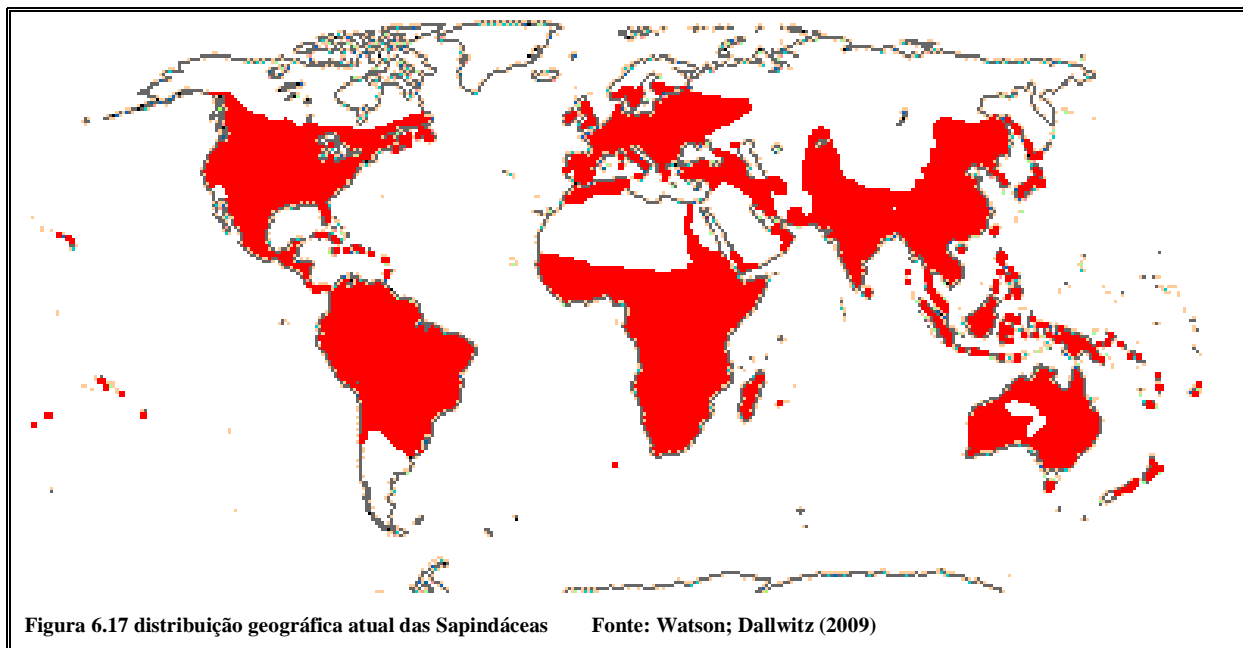
**Ecologia:** Herbívoros especializados são encontrados sobre muitas delas. O hemíptero *Calophya* come, principalmente, Anacardiaceae, Burceraceae, Simaroubaceae e Rutaceae (BURCKHARDT; BASSET, 2000) e mais algumas outras famílias não aparentadas. Galhas são completamente comuns, especialmente sobre Sapindaceae e Anacardiaceae.

Do ponto de vista da arquitetura foliar, esta ordem caracteriza-se por apresentar, conforme Hickey e Wolfe (1975), folhas, em geral, pinadamente compostas; margem com dentes cunonióides; venação pinada; veias secundárias semicraspedródomas; venação terciária percorrente.

### Família Sapindaceae Jussieu (1789)

As sapindáceas consistem de árvores, arbustos, lianas ou herbáceas. As folhas são simples, palmadas, trifolioladas, pinadas ou bipinadas, usualmente em espiral ou opostas sem estípulas, com margens inteiras ou serradas.

Possuem distribuição cosmopolita, principalmente pelas regiões tropicais e temperadas úmidas. Compreendem cerca de 140 gêneros e 1560 espécies atuais (SIMPSON, 2006). No Brasil, ocorrem 24 gêneros e cerca de 400 espécies. Entre seus gêneros, devem ser destacados na flora brasileira, aqueles de lianas freqüentes nas bordas das matas como: *Serjania*, *Paulínia*, *Urvilea* e *Cardiospermo*, há gêneros típicos de dunas litorâneas e outros comuns nas florestas como *Cupania vernaes* nas Florestas Estacionais e *C. oblongifolia* na Mata Atlântica.



#### Gênero *Serjania* Miller (1754)

É um dos sete gêneros pertencentes à tribo Paullinieae na família Sapindaceae. A tribo é, principalmente, neotropical, mas vários membros estendem-se para os subtrópicos do mundo e umas poucas espécies daninhas são pantropicais. *Serjania* contém ao redor de 250 espécies, a maioria das quais são vinhas ou lianas. As espécies ocorrem, mormente, em altitudes abaixo de 1500 m em vegetações dos tipos aberto, úmido a semi-árido. Poucas espécies ocorrem em florestas pluviais (ACEVEDO-RODRIGUES, 1987). Segundo Raven; Axelrod (1974) o Gênero *Serjania*, no Eopaleoceno, teria chegado à América do Norte vindo da América do Sul.

*Serjania itaquaquecetubensis* Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, 1989  
ESTAMPA VIII Figuras A e B

1989- *Serjania itaquaquecetubensis* Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, Bol. IG-USP, Publ. Esp. , 7: 192, plate 2, fig. 11 e plate 3, fig. 26.

1989- *Serjania itaquaquecetubensis* Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani. Fittipaldi & Simões 1989, coletânea das comunicações, Workshop Geologia da Bacia de São Paulo. p. 28, Estampa 1, fig. f

1990 *Serjania itaquaquecetubensis* Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani. Fittipaldi, p.62-64, estampa 5, Figs. 2-5 e estampa 16, figs. 3 e 4.

**Número dos espécimes:** GP3E6256 e GP3E6257, coleção depositária do Instituto de Geociências da USP

**Procedência:** afloramento do km 11 da rodovia Quiririm – Campos do Jordão (SP – 123).

**Descrição:** Duas impressões de folíolos ligeiramente assimétricos, com dimensões de 16,7 a 21,6mm de comprimento por 11,7 a 11,9mm de largura, área foliolar de 132 a 168mm<sup>2</sup>, forma da lâmina ovada a elíptica; ápice convexo agudo; base convexa aguda; margem irregularmente serrada com dentes cunonióides; peciólulo curto (0,75mm); veia primária de calibre moderado, ligeiramente curva; venação secundária craspedródoma ou semicraspedródoma; veias secundárias alternas ou subopostas, retilíneas, emergentes a um ângulo de 47° a 57°, ramificantes dicotomicamente próximo à margem; veias terciárias percorrentes mistas opostas ou alternas; veias intersecundárias inconspícuas seguem até a margem, terminando nos sinus dos dentes.

**Comparação e Discussão:** consideradas as feições da arquitetura foliolar da ordem Sapindales, conforme Hickey e Wolfe (1975), aqui presentes, como margem irregularmente serrada, com dentes cunonióides; padrão de venação pinado; veias secundárias semicraspedródomas ou craspedódromas; venação terciária percorrente mista, além do aspecto geral destes fósseis, verifica-se que são compatíveis com as feições da família Sapindaceae e, em especial, com a espécie *Serjania itaquaquetubensis*, descrita por Fittipaldi et al. (1989) para a Formação Itaquaquetuba, Neoligoceno da Bacia de São Paulo.

No aspecto geral, as espécies de *Serjania* descritas para outros depósitos cenozóicos brasileiros são facilmente distinguíveis do material aqui estudado. *S. itaquaquetubensis* difere de *S. decursiva*, descrita por DUARTE (1972) para a taoflora da Formação Pirabas (PA), principalmente pelo tipo de margem e padrão de venação. *S. itaquaquetubensis* distingue-se de *S. mezzalirai*, proposta por DUARTE; REZENDE-MARTINS (1983) para o jazigo Vargem Grande do Sul, pela forma e padrão de venação.

Fittipaldi (1990), ao comparar a espécie *S. itaquaquetubensis* com a espécie *S. lancifolia* ressaltou que uma difere da outra apenas pelo contorno lanceolado. Entretanto, numa observação mais acurada da forma dos dentes, verifica-se que a primeira espécie (aqui representada pelos espécimes GP3E6256 e GP3E6257) apresenta dentes ou com ambos os lados convexos, ou o lado apical flexuoso e o basal convexo, e seus dentes dão-lhes um aspecto pinatífido correspondendo de 1/5 a 1/6 de profundidade em relação à largura de meia lâmina foliar.

*Serjania lancifolia* Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani. 1989  
ESTAMPA VIII Figuras C e D, Figura 6.18

1989 *Serjania lancifolia* Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani, Bol. IG-USP, Publ. Esp. , 7:  
191 - 192, plate 2, fig. 10 e plate 3 fig. 25.

**Espécimes Estudados:** GP3E6513 da coleção depositária do Instituto de Geociências da USP

**Procedência:** Afloramento Quiririm da Formação Tremembé

**Descrição:** Impressão de folíolo ligeiramente assimétrico com dimensões de 24.1 mm de comprimento, 10.8 mm de largura, área do folíolo de 173.5 mm<sup>2</sup>, forma da lâmina ovada , ápice convexo agudo e base convexa aguda; margem pinatífida a serrada com dentes cunonióids; pecíolo curto (0,75 mm); veia primária de calibre moderado, ligeiramente curva; venação secundária craspedródoma / semicraspedródoma; veias secundárias alternas ou subopostas, retilíneas, ramificando-se dicotomicamente próximo à margem; veias terciárias alternadas mistas; veias intersecundárias inconspícuas seguem até a margem terminando nos sinus dos dentes.



Figura 6.18 *Serjania lancifolia*

**Comparação e Discussão:** os espécimes GP3E6513, 6503 A e 6503 B, identificados como espécie *S. lancifolia*, apresentam além da forma mais lanceolada, seus dentes como lobos mais profundos alcançando até 1/3 da metade da lâmina foliar e uma forma de lado apical flexuoso e lado basal convexo ou vice-versa.

**Ecologia:** tropical e subtropical úmido (Fittipald 1990)

**Distribuição Geográfica:** O gênero *Serjania* esta distribuído nas áreas tropical e subtropical do continente americano, no Brasil cerca de 80 espécies podem ser encontradas desde as regiões Norte e Sul alcançando a costa atlântica (NOGUEIRA et al. 1995).

**Distribuição Estratigráfica:** a Família Sapindaceae foi registrada pela primeira vez no Neocretáceo (BERRY, 1916), entretanto os fósseis mais antigos do gênero *Serjania* só apareceram no Neomioceno na bacia de Loja no Equador (BERRY, 1929). Diminutas flores de Sapindaceae (1mm de comprimento) foram descritas do Eoceno da Columbia Britânica (oeste do Canadá) como *Wehrwolfea striata* Erwin & Stockey, 1990 (ERWIN; STOCKEY,1990). No Brasil, registros de *Serjania* foram feitos, inicialmente, por Duarte (1972) e Duarte (2004) na forma de *Serjania decursiva* para o Mioceno da Formação Pirabas (PA). Também Duarte; Rezende-Martins (1993) identificaram *S. mezzalirai* Duarte; & Rezende-Martins 1983 no jazigo de Vargem Grande do Sul (Formação Pindamonhangaba, hoje considerada Formação Rio Claro) de possível idade Miocena. Fittipaldi (1990) e Fittipaldi et al. (1989) identificaram duas espécies de *Serjania itaquaquecetubensis* Fittipaldi et al., 1989, de Oligoceno da Bacia de São Paulo.

#### Gênero *Allophylus*

Árvores ou arbustos, encontradas em Florestas Pluviais, bosques e savanas de regiões sujeitas a secas periódicas, bem como em região costeira, praias arenosas e mangue; atingem altitudes de até 3000m em algumas áreas montanhosas da África. Com cerca de 190 espécies sendo 53 espécies para as Américas, especialmente para a América do Sul. Há registro de sua dispersão pela África, Ásia e Oceania (CRUZ, 1982).

#### *Allophylus* sp.

#### ESTAMPA IX Figuras A e B, Figura

Número do espécime estudado: UnG TC 513

**Descrição:** Foíolo elíptico, assimétrico, microfilo (área de 987 mm<sup>2</sup>), com cerca de 65 mm de comprimento por 23 mm de largura máxima, com ápice reto e agudo e base não preservada. A margem é denteada, com dentes cunonióides, com possível glândula apical, uma veia mediana até seu ápice que se ramifica para baixo do nível do sinus, indo o ramo em direção ao sinus.o sinus é arredondado e o dente tem lado apical flexuoso (côncavo-convexo) e basal flexuoso (convexo-côncavo). O padrão da venação é pinado com veia primária bem marcada,

ligeiramente curva de calibre de 0,7 mm, afinando-se distalmente; as veias secundárias, bem nítidas, emergem a ângulo agudo ( $35^{\circ}$  -  $46^{\circ}$ ) opostas a subopostas na base, passando a subalternadas e alternas para o ápice. Têm curso ligeiramente curva e terminam no ápice do dente, em padrão craspedódromo. Às vezes bifurcam-se a meio curso, com um ramo principal indo direto ao ápice do dente e o outro ramo seguindo para o dente superior, em uma curva ligeiramente côncava para o lado basal. As veias terciárias, em geral, seguem um padrão percorrente alterno, delimitando aréolas poligonais de 4 a 7 lados um pouco sinuosas ou curvas. As veias quaternárias são muito mais finas e saem perpendiculares às terciárias, delimitando também aréolas menores de quatro lados. A preservação não permite determinar o padrão das quinquenárias.



Figura 6.19 - *Allophylus* sp. escala 1 cm

**Comparação e discussão:** pela arquitetura foliar craspedódroma, comportamento de venação secundária, pelas veias terciárias percorrentes alternas delimitando aréolas poligonais de forma variada, esse espécime apresenta uma semelhança muito grande com o gênero *Allophylus* das Sapindaceae. Dentre as espécies mais semelhantes têm-se *A. acutatus* (MARTIUS, 1900, Prancha 102), mas seu padrão de venação não é tão arqueado e semicraspedódromo assim, a semelhança com *A. edullis* é ainda maior seja no comportamento das veias secundárias ou das terciárias. Também assemelha-se a *A. petiolatus* mas apresenta maior número de veias secundárias (cerca de 10 ou mais de cada lado). Portanto, a forma atual mais afin permanece *Allophilus edulis*. Tratando-se de fragmento não permitindo maiores comparações no aspecto basal designa-se aqui *Allophylus* sp.



**Ecologia:** *A. edullis* constitui junto *Nectandras*, *Cedrela fissilis*, *Cupania vernalis* um subbosque denso da floresta ombrófila mista que, em geral ocupa as maiores altitudes ou os patamares mais elevados da paisagem, por exemplo, na área do rio Ligeiro no Rio Grande do Sul, conforme Inácio (2005)

**Distribuição Estratigráfica:** *Allophylus* Eoceno do delta Bitter Creek, interdigitação com a porção superior da Formação Green river (SCOOT, 2004). Retallack et al (2004) coloca o *Allophylus* aparecendo no Eooligoceno Flora de Goshen-Oregon, flora com muitas espécies termofílicas com folhas grandes que têm margem inteira e ápices acuminados. *Allophylus* também está presente na Flora Twin Creek Eoeoceno do Wyoming Twin Creek é uma flora lacustrina com componentes aquáticos (fetos flutuantes tipo salvinia e dicotiledôneas flutuantes tipo *Ceratophyllum*, *Nelumbo*) e mais vários componentes terrestres, os principais elementos da assembléia foliar incluem palmas e várias dicotiledôneas decíduas, dentre as quais *Alophyllus flexifolia*. A diversidade menor da flora de Twin Creek com relação a Green river pode ser devido a tafonomia e/ou diferenças em idade e clima (MANCHESTER; KESTER, 2002).

**Distribuição Geográfica:** Região amazônica até o Ceará, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul, principalmente na floresta pluvial e semidecídua, (LORENZE, 1992).

**Ecologia:** planta semidecídua, esciófila, pioneira e seletiva higrófila, comum no interior de matas primárias situadas em solos úmidos. Ocorre também em capoeiras, capoeirões e matas mais abertas situadas sobre solos rochosos. Produz anualmente grande quantidade de sementes férteis. É bastante disseminada pela avifauna.

## CAPÍTULO 7 – ANÁLISE E INTEGRAÇÃO DOS DADOS

### 7.1- Interpretações tafonômicas

Quanto às observações tafonômicas, pode-se afirmar que: os fitofósseis estudados apresentam, em geral, um bom estado de preservação, ou seja, sem grandes fragmentações originais, disposição horizontal quanto ao acamamento e caótica quanto ao direcionamento dos eixos alongados, envolvidos por uma matriz de granulometria muito fina (folhelho) o que é compatível com a interpretação de sedimentação calma, em ausência de correnteza, típica de fundos lacustres. Corroboram com esta idéia a evidência dada pelo predomínio de incarbonizações e piritizações como processos de fossilização, característicos de ambientes redutores, onde a matéria orgânica, inicialmente, sofre uma pequena decomposição por bactérias anaeróbicas, com o desprendimento de gás sulfídrico ( $H_2S$ ), que reage com o hidróxido de ferro [ $Fe(OH)_2$ ] dissolvido na água, precipitando pirita, muitas vezes observável até no mesofilo da folha. O ambiente redutor tóxico criado pelo gás sulfídrico acaba por eliminar as bactérias e constitui um ambiente asséptico, detendo a decomposição da matéria orgânica, que é preservada para posterior destilação, sob altas pressões e temperaturas em maiores profundidades de soterramento.

### 7.2- Interpretações paleoclimáticas e paleoambientais com base na análise morfográfica das folhas fósseis

Quanto aos dados das feições arquiteturais foliares (apresentados no capítulo 5) obtidos pela análise morfográfica de uma assembléia total de 339 espécimes, algumas interpretações paleoclimáticas e paleoecológicas, além das sistemáticas, podem ser feitas, com base naqueles caracteres correspondentes a morfologias adaptativas exibidas pelo órgão foliar, conforme proposições desde Raunkiaer (1934) e Mouton (1966; 1967 e 1985) até autores mais recentes como Wolfe (1995); Royer et al. (2005); Green (2006) e Iglesias et al. (2007).

Os resultados obtidos para o **tamanho foliar** revelam uma exclusividade de formas pequenas (desde leptófilas até micrófilas). Entretanto, deve considerar-se que, na assembléia, o total das formas leptófilas, algumas nanófilas e mesmo micrófilas, presentes, correspondem a folíolos de fabáceas, cujas folhas compostas podem ser de micrófilas até mesófilas, num recálculo da área foliar (área foliolar x número de folíolos da pina x número de pinas de uma folha composta = área foliar), considerando os dados taxonômicos dos elementos envolvidos. Com essa correção, a assembléia passa a ser de tamanho foliar variável de nanófila a mesófila

com maior quantidade de micrófilas. Como bem lembra Hinojosa (2005), deve considerar-se que há fatores importantes e imponderáveis em todas as análises do registro fóssil, devido principalmente a problemas associados ao processo tafonômico, o qual incidiria preferentemente na presença diferencial de folhas pequenas, em detrimento das maiores, sobre representação de um conjunto de folhas mais resistentes da amostra total da vegetação no local de deposição. Todavia, o predomínio de áreas foliares de menor tamanho poderia também ser interpretado como proveniente de áreas submetidas a menor umidade ou de temperaturas baixas ou, ainda, de altitudes elevadas (WOLFE; UPCHURCH, 1987).

Seguindo Wilf et al. (1998) e Wilmann et al. (1998), ao se aplicar a fórmula de MAP (Mean Annual Precipitation) =  $47,5 + 6,18 \cdot x\%$  de folhas maiores na assembléia, que no caso da taoflora de Quiririm-Campos do Jordão equivaleria a 45% de mesófilas, chega-se a um valor para MAP = 325,6 mm. Esta cifra corresponderia a um clima muito seco, o que contrariaria evidências dadas por outros caracteres.

Posto isto, há necessidade de avaliação de outras variáveis morfográficas adaptativas para uma melhor interpretação, em uma análise multivariada. Teoricamente, seria a mais adequada para descrever as relações entre as variáveis ambientais e os caracteres foliares que poderiam responder de forma diferencial a essas variáveis. Os caracteres foliares normalmente considerados nas impressões fósseis são: além do tamanho foliar, tipo de margem foliar (presença de folhas lobadas, ausência ou presença de bordos dentados, tipos de dentes), tipos de ápice e base, proporção foliar (relação entre comprimento e largura da folha) e forma foliar.

As correlações entre clima e **margem foliar** são suficientemente fortes, para que os paleobotânicos utilizem rotineiramente estatísticas de margem foliar a partir de dados obtidos de floras fósseis como indicadores de climas antigos (Bailey; Sinnott 1916; Wolfe 1978 a b; Givnish 1987; Baker-Brosh; Peet 1997; Royer et al., 2005). Quase como uma premissa, admite-se que espécies arbóreas de florestas temperadas e frias contêm, quase que exclusivamente, folhas com margens lobadas ou denteadas, enquanto que as espécies de florestas tropicais perenifólias e úmidas contêm, predominantemente, folhas de margem lisa ou inteira. É nítido o crescimento da proporção de espécies arbóreas com folhas lobadas ou denteadas ao longo do gradiente decrescente da temperatura média anual e crescente de sazonalidade, desde a região tropical até a temperada. Adicionalmente, o gradiente de umidade e sazonalidade desde florestas tropicais úmidas até florestas tropicais secas (isto é, dentre florestas de temperaturas e latitudes semelhantes e precipitação distinta) corresponde a uma proporção também crescente de espécies de folhas lobadas ou denteadas, apesar de ser

menos pronunciada que no caso anterior (BAKER-BROSH; PEET 1997). Em síntese, a relação à margem foliar, o predomínio de margem inteira está relacionado a ambientes mais úmidos e de temperaturas mais altas (GREEN, 2006).

Nesse contexto, na flora oligocena de Tremembé o predomínio de margem inteira (77%) evidenciaria um bioma de ambiente tropical menos seco, contudo a percentagem (23%), com boa representatividade de margens crenadas e denteadas poderia indicar, provavelmente, uma associação típica de ambientes marginais a corpos aquosos (ambientes perturbados) dentro daquele bioma.

Wilf (1997), numa avaliação da aplicação da análise da margem foliar em relação à temperatura, estabeleceu o gráfico abaixo (Figura 7.1). Aplicando a percentagem de margem inteira fornecida pela flora estudada (77%), sobre esse gráfico, verifica-se que a temperatura correspondente seria de aproximadamente 24°C.

Atualmente, conforme Veloso (1991), a mesorregião do Vale do Paraíba faz parte do Bioma Floresta Estacional Semidecidual em seu limite com a Floresta Ombrófila Densa. Ecologicamente, esse tipo de vegetação está condicionado pela dupla estacionalidade climática: tropical, com inverno seco, e temperatura média anual 24°C (máxima 32°C e mínima 10°C) e 1300 mm de média pluviométrica anual. Pode verificar-se que quanto à temperatura média anual a região foi submetida, na época da deposição da paleoflora Tremembé, a condições semelhantes à atual, apesar da distância no tempo e condições paleogeográficas diferentes reinantes na época.

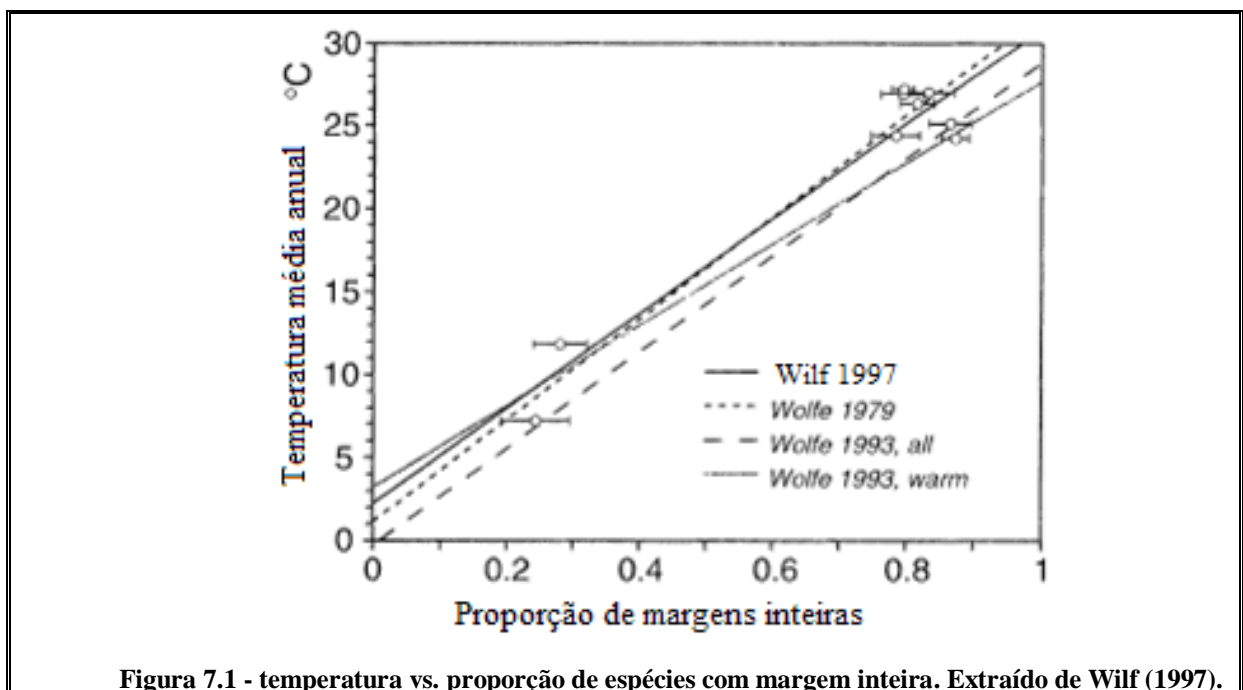
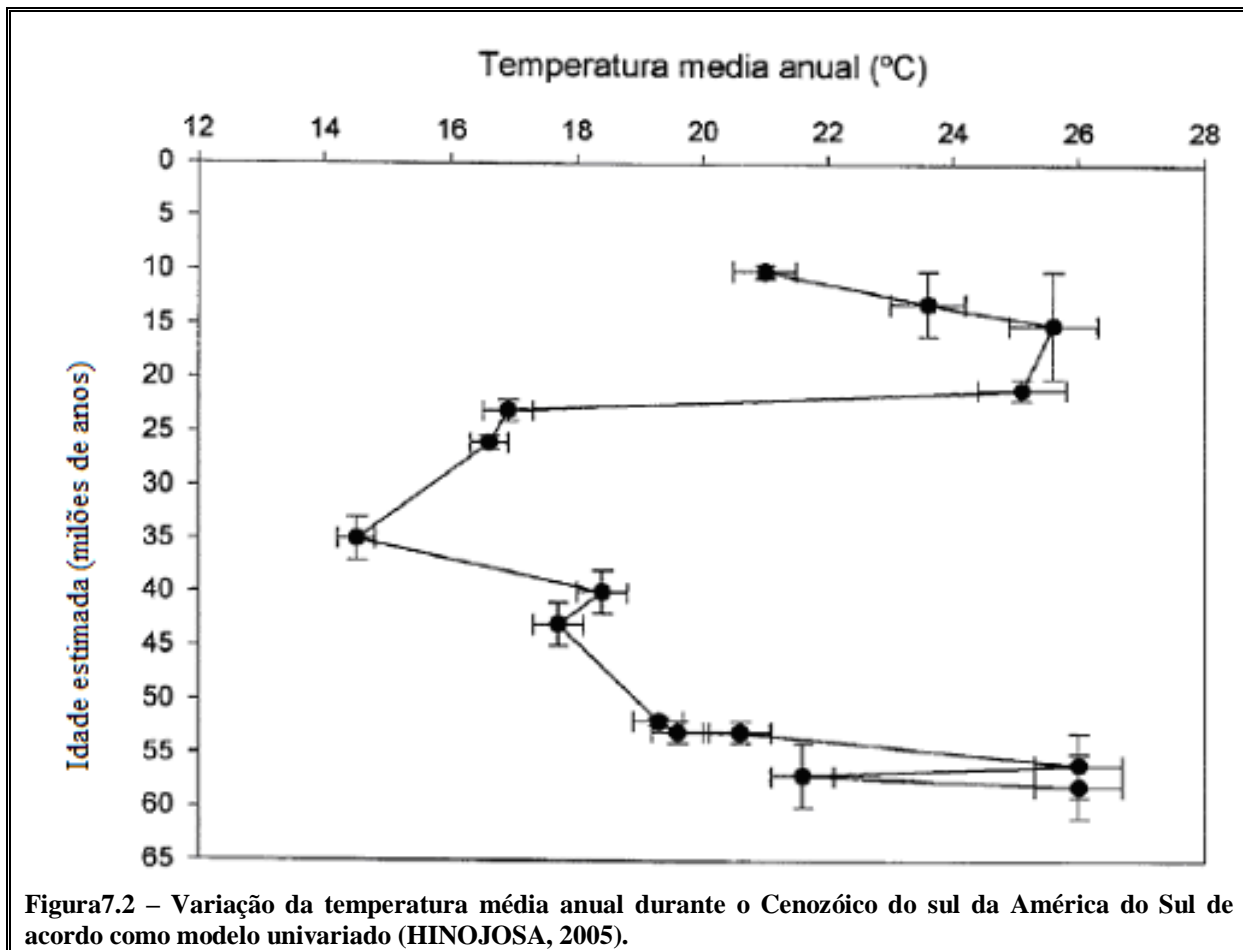


Figura 7.1 - temperatura vs. proporção de espécies com margem inteira. Extraído de Wilf (1997).

Observando o gráfico de Hinojosa (2005) referente às paleotemperaturas da Patagônia relacionadas ao tempo geológico, com base no caráter margem foliar de várias taofloras cenozóicas daquela região (Figura 7.2), verifica-se que a temperatura média anual indicada para Neoligoceno, naquelas altas latitudes, é da ordem de 16°C.



Quanto aos **tipos de ápice**, a partir da literatura pertinente, sabe-se que o predomínio de formas apicais agudas está relacionado a clima mais úmido com tendência para a sazonalidade (WOLFE; UPCHURCH, 1987; FITTIPALDI, 1990; FITTIPALDI; ROSLER, 1987). Na taoflora estudada há um relativo predomínio de formas acuminadas, atenuadas e retas que somam 58% dos espécimes observados. As formas emarginadas e retusas corresponderiam a um valor de 32%. Entretanto, ao se considerar que muitas das formas medidas correspondem a folíolos de frondes compostas de leguminosas, chega-se à conclusão que a percentagem de formas emarginadas e ou retusas em relação às demais poderia estar superestimada. Logo, o dado referente a forma de ápices deve ser desprezado nas inferências paleoclimáticas dessa taoflora.

Somando-se as **bases** convexas mais as arredondadas tem-se 52%, enquanto considerando as retas mais as decorrentes, convexas e côncavas, chega-se a 48% o que se manifesta como um equilíbrio de formas, sem interpretação definida.

Quanto à **proporção comprimento por largura**, foi constatado que  $C:L > 1$ , isto é, mormente grande, é sugestiva de ambientes mais quentes ou mais úmidos (WOLFE, 1995).

Faleiro; Saiki (2007), ao analisarem a morfologia foliar de cinco fitofisionomias do Cerrado na área de Caldas Novas, GO, chegaram a conclusão que folhas mais alongadas ( $C:L > 1$ ) com áreas foliares maiores e pecíolos mais longos estão relacionadas com matas de galeria, ou seja, áreas mais densas e sombreadas para maximizar o aproveitamento da energia luminosa, já que a evaporação, nesse caso, é compensada pela alta disponibilidade de água no solo. Esse fato corrobora a idéia de Hlwatika; Bhat (2002) que ao estudarem as anatomia e morfologia de 11 espécies lenhosas sul-africanas, sugeriram que a folhagem responde primeiramente às funções fotossintéticas do que ao controle da perda de água pela transpiração. Por outro lado, folhas menores e sésseis bem como folhas mais arredondadas correspondem a adaptações para campo e cerrado rupestre, onde a exposição à luz, a menor disponibilidade de água no solo e a evaporação mais intensa levam a uma economia na exposição foliar (FALEIRO; SAIKI, 2007).

### **7.3- Interpretações dos dados taxonômicos associados a aspectos ecológicos, climáticos e de distribuição geográfica de formas atuais, afins aos componentes da assembléia fitofossilífera.**

A taxonomia das espécies atuais com afinidades botânicas às formas identificadas na tafoflora da porção superior da Formação Tremembé podem ser sintetizadas nos quadros que se seguem, para através do principio do atualismo, reconstituir-se a paisagem e as associações vegetais reinantes na época de vida da referida tafoflora.

ESPÉCIE ATUAL AFIM	HÁBITO	HABITAT	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA
<i>Typha spp</i>	As tífaceas são plantas herbáceas, aquáticas hidrófita e heliófilas, perenes e rizomatosas. com folhas longas, paralelógramas, sésseis invaginantes, emergentes da água. Constituem associações muito densas e extensas (hábito gregário).	Habitam, de preferência, solos pantanosos e margens de corpos de água lânticos. Há uma relação direta entre determinadas espécies de aves que estão adaptadas a água e espécies de tífas. No sul da África, por exemplo, os frangos d'água ( <i>Gallinula chloropus</i> ), o pato negro africano ( <i>Anas spars</i> ) e a espécie <i>Euplectus capensis</i> utilizam os galhos densos para nidificação e esconderijo. Os caules submersos fornecem ninhos ideais para incubação de rãs, sapos, tartarugas e outros organismos aquáticos.	Cosmopolita de regiões temperadas e tropicais.	Typhaceae seriam observados desde o Paleoceno. No Brasil as Typhaceae possuem registro na forma de grãos de pólen e megafósseis a partir do Oligoceno da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (LIMA et al. 1985; DUARTE; MANDARIM-DE-LACERDA, 1992). Também o gênero <i>Typha</i> é reconhecido na Formação Rio Claro, área de Jaguariúna e Paulínia, SP, (Neógeno) com duas espécies: <i>T. cf. T. tremembensis</i> e <i>T. fitipaldii</i> (DOS-SANTOS, 2007).
<i>Nelumbo luteum</i>	as nelumbonáceas são ervas perenes, laticíferas, de caules rizomatosos e raízes, com folhas inteiras orbiculares, côncavas, peltadas, de tamanho médio a grande, pecíolo longo e espesso. Apresentam flores bissexuadas, grandes e emergentes sobre igualmente longos e espessos pedicelos.	Nelumbonáceas são aquáticas em parte imersas e em parte emersas em áreas lacustres, emergentes ou flutuantes,	Apresenta duas espécies viventes atribuídas ao gênero <i>Nelumbo</i> : <i>N. nucifera</i> Gaertner (espécie oriental) e <i>N. lútea</i> Willdenow (espécie ocidental). Com distribuição relativamente cosmopolita do Eocretáceo ao Neógeno, estende-se por área subtropical a tropical do leste dos Estados Unidos até a Colômbia e desde a Ásia subtropical até o nordeste da Austrália. Este fato pode ser resultante de vicariância	Desde o Eocretáceo <i>Nelumbites</i> (Grupo Potomac, EUA) até o recente. Ocorre no Paleógeno da Argentina.
<i>Caesalpinia echinata</i>	A espécie atual <i>C. echinata</i> é uma planta semidecídua, heliófita ou esciófita. Árvore de 8 m a 30 m de altura, de folhas compostas bipinadas.	Floresta Tropical Pluvial Atlântica. Ocorre, preferencialmente, em terrenos secos e é planta típica do interior da floresta primária densa.	Ceará ao Rio de Janeiro na Floresta Pluvial Atlântica.	Desde o Eoceno na bacia de Fonseca – MG, Eoceno-Oligoceno na Formação Entre-córregos – Aiuruoca
<i>Cassia leptophylla</i>	Planta perenifólia, heliófita,	formações secundárias das florestas situadas em regiões de altitudes, como a mata de pinhais. Sua ocorrência no interior da mata primária densa é rara	Paraná e Santa Catarina na floresta de pinhais (Floresta Ombrófila Mista).	Desde o Néocretáceo da Nova Zelândia, na América do Sul desde o Paleoceno e no Brasil nas Bacias de Gandarela e Fonseca, ou seja, Eoceno.
<i>Copaifera trapezifolia</i>	planta decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva xerófila. é árvore de grande porte (35 m), com tronco robusto, reto e cilíndrico, com copa umbeliforme, folhagem densa e perene, suas folhas são alternas, paripinadas e compostas de cinco a nove pares de folíolos alternos ou opostos	característica das formações de transição do cerrado para a floresta latifoliada semidecídua. Espécie tropical considerada como espécie-climax, predomina em encostas íngrimes, com altitude de 500 m a 800 m .	<i>C. langsdorfii</i> : Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná, principalmente na floresta latifoliada que recobre a da bacia do Paraná. <i>C. trapezifolia</i> : originária da Floresta Atlântica, desde a Bahia até o município de Osório (RS)	para o Brasil, a única citação do gênero <i>Copaifera</i> , no estado fóssil, é a de Duarte e Mandarim de Lacerda (1989) como um fruto encontrado também na Formação Tremembé, no afloramento da Extrativa Santa Fé.

ESPÉCIE ATUAL AFIM	HÁBITO	HABITAT	DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA	DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	planta decídua, heliófita, pioneira e seletiva xerófila, arbóreo, de pequeno a médio porte (mas nunca subarbastivo), de copa baixa e arredondada, troncos e ramos suberosos e tortuosos, altura de 4m a 5m com tronco de 20 cm a 30cm de diâmetro	característica de formações abertas, como cerrados e campos. Apresenta nítida preferência por solos arenosos e de drenagem rápida, como os situados em encostas suaves e topos de morros. Ocorre tanto em formações primárias como secundárias	a espécie afim <i>S.adstringens</i> (Martius) Coville pode ser encontrada, principalmente, no Cerrado, distribuindo-se pelos estados de Tocantins, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais e São Paulo, predominantemente em campos secos e abertos. Ausente no Estado do Rio de Janeiro, a área de coleta do espécime tipo foi a das “formações campestres do vale do Paraíba do Sul e da Serra da Mantiqueira e, provavelmente, inclui também os cerrados”. Incluiria assim, as áreas de cerrado do Estado de São Paulo como as que ocorrem em São José dos Campos e Taubaté, onde foram coletados indivíduos dessa espécie	Desde o Paleógeno no México e pela primeira vez registrada, como fóssil, no Brasil.
<i>Serjania tenuifolia</i>	vinhas ou lianas	ocorrem, mormente, em altitudes abaixo de 1500 m em vegetações dos tipos aberto, úmido a semi-árido		No Brasil, registros de <i>Serjania</i> foram feitos, inicialmente, por Duarte (1972) na forma de <i>Serjania decursiva</i> para o Mioceno da Formação Pirabas (PA). Também Duarte; Rezende-Martins (1993) identificaram <i>S. mezzalirai</i> Duarte; & Rezende-Martins 1983 no jazigo de Vargem Grande do Sul (Formação Pindamonhangaba, hoje considerada Formação Rio Claro) de possível idade Miocena. Fittipaldi (1990) e Fittipaldi et al. (1989) identificaram duas espécies de <i>Serjania itaquaquecetubensis</i> Fittipaldi et al., 1989, de Oligoceno da Bacia de São Paulo.
<i>Serjania trachigona</i>	vinhas ou lianas	ocorrem, mormente, em altitudes abaixo de 1500 m em vegetações dos tipos aberto, úmido a semi-árido		
<i>Allophylus edulis</i>	Árvore de 6m a 10m, tronco de 20cm a 30cm de diâmetro, folhas compostas trifolioladas, semidecídua, esciófita, seletiva higrófila.	Comum no interior de matas primárias situadas em solos úmidos, ocorre também em capoeiras, capoeirões e matas mais abertas sobre os solos rochosos	MS, MG, BA, de RJ até RS, em sub-bosque denso da floresta ombrófila mista que, em geral ocupa as maiores altitudes na floresta pluvial e semi-decídua.	Desde o Eoceno dos EUA, é registrado pela primeira vez no Brasil.

Figura 7.3 – Quadro com as características relevantes para a reconstrução da tafloflora estudada



Espécies Atuais	Nanofanerógamas	Microfanerógamas		Mesofanerógamas
	0,25 a 5m	6 a 12 m	13 a 20	21 a 45 m
<i>Typha spp</i>	X			
<i>Nelumbo luteum</i>	X			
<i>Caesalpinia echinata</i>		X	X	X
<i>Cassia leptophylla</i>		X		
<i>Copaifera trapezifolia</i>				X
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	X			
<i>Serjania tenuifolia</i>	X			
<i>Serjania trachigona</i>	X			
<i>Allophylus edulis</i>		X		

Figura 7.4 – Quadro de comparação dos portes das espécies afins à tafoflora.

**Primeira associação vegetacional:** plantas aquáticas *Nelumbo* hidrófita, em parte emersa e em parte submersa em águas lânticas e *Typha* higrófita, vivendo em zonas ribeirinhas, parcialmente emersas.

**Segunda associação vegetacional:** composta de nanofanerógama do tipo *Stryphnodendron* e micro a mesofanerógama do tipo *Caesalpinia* e *Copaifera*, medrando sobre solos bem drenados e arenosos de encostas (altitudes de 500 a 800 m) hospedando lianas do tipo *Serjania*, em associação típica da Floresta Ombrófila Densa Submontana (Floresta Atlântica).

**Terceira associação vegetacional:** microfanerógama, esciófita de sub-bosque *Allophylus* e *Cassia*, planta heliófita, ambas da Floresta Ombrófila Mista (Mata dos Pinhais) em áreas de maior altitude (acima de 800 m), onde ainda possivelmente estariam presentes *Cryptomeria* e *Podocarpus* detectado por Bernardes-de-Oliveira et al (2002a).

Com essas três associações, numa tentativa de compor a paisagem dominante durante o Eoceno na área do Vale do Paraíba tem-se:

No paleolago Tremembé, sobre suas águas, proliferavam nelumbonáceas e, marginalmente, tifáceas. Considerando a ecologia das tifáceas é possível inferir alguns aspectos relacionados à interação entre a flora e a fauna. Há uma relação direta entre determinadas espécies de aves que estão adaptadas a água e espécies de tífis. No sul da África, por exemplo, os frangos d'água (*Gallinula chloropus*), o pato negro africano (*Anus spars*) e a espécie *Euplectus*

*capensis* utilizam os galhos densos para nidificação e esconderijo. Os caules submersos fornecem ninhos ideais para incubação de rãs, sapos, tartarugas e outros organismos aquáticos (PORTER, 2007).

Em outros afloramentos da Formação Tremembé, por exemplo, em afloramentos da Fazenda Santa Fé, onde são relatadas quantidades maiores de registros de tifas, há também registro fósseis de crustáceos, insetos, peixes, tartarugas, crocodilianos, aves e morcegos, além de macro e microfósseis de plantas. Porém, no afloramento estudado, até o momento, não foi encontrado registro algum de aves e poucos registros de tifa, evidenciando essa raridade de elementos tifáceos.

A **segunda associação** demonstra que, possivelmente, a encosta do vale (500 m a 800 m), estava coberta com a flora Ombrófila Densa (Mata Atlântica) aqui representada por três estratos, onde proliferavam formas e esciófitas até 5m de altura, como *Stryphnodendron*, constituindo o sub-bosque, com um segundo estrato de microfanerógamas de 6m a 20m de altura composto por plantas esciófitas e heliófitas, do tipo *Caesalpinia* e o terceiro constituído por heliófitas, mesofanerogamas tipo *Caesalpinia* e *Copaifera*. Esta associação possuía ainda como uma característica sua lianas lenhosas tipo *Serjania*.

A **terceira associação**, embora representada apenas por *Cassia* e *Allophylus* na assembléia estudada, esta associação se desenvolveria nas áreas de altitudes mais altas (acima de 1000 m), provavelmente na Mata Ombrófila Mista (Mata dos Pinhais), já detectada pela presença de pequenos ramos de *Criptomeria* e folha de *Podocarpus* (BERNARDES-DE-OLIVEIRA et al., 2002 a) e por grãos de pólen de podocarpaceas (MERCÊS, 2005).

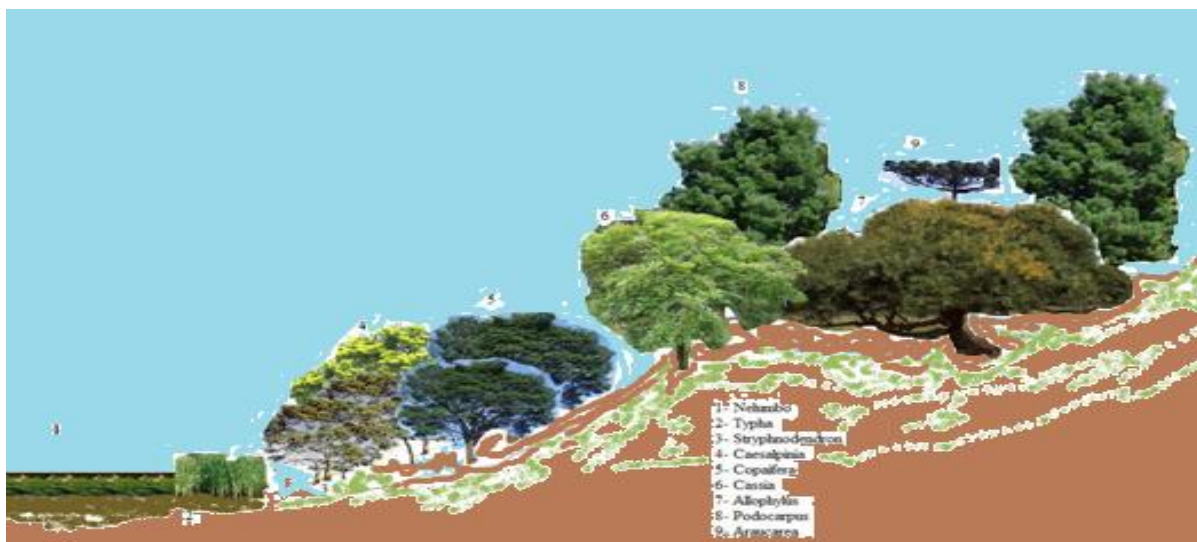
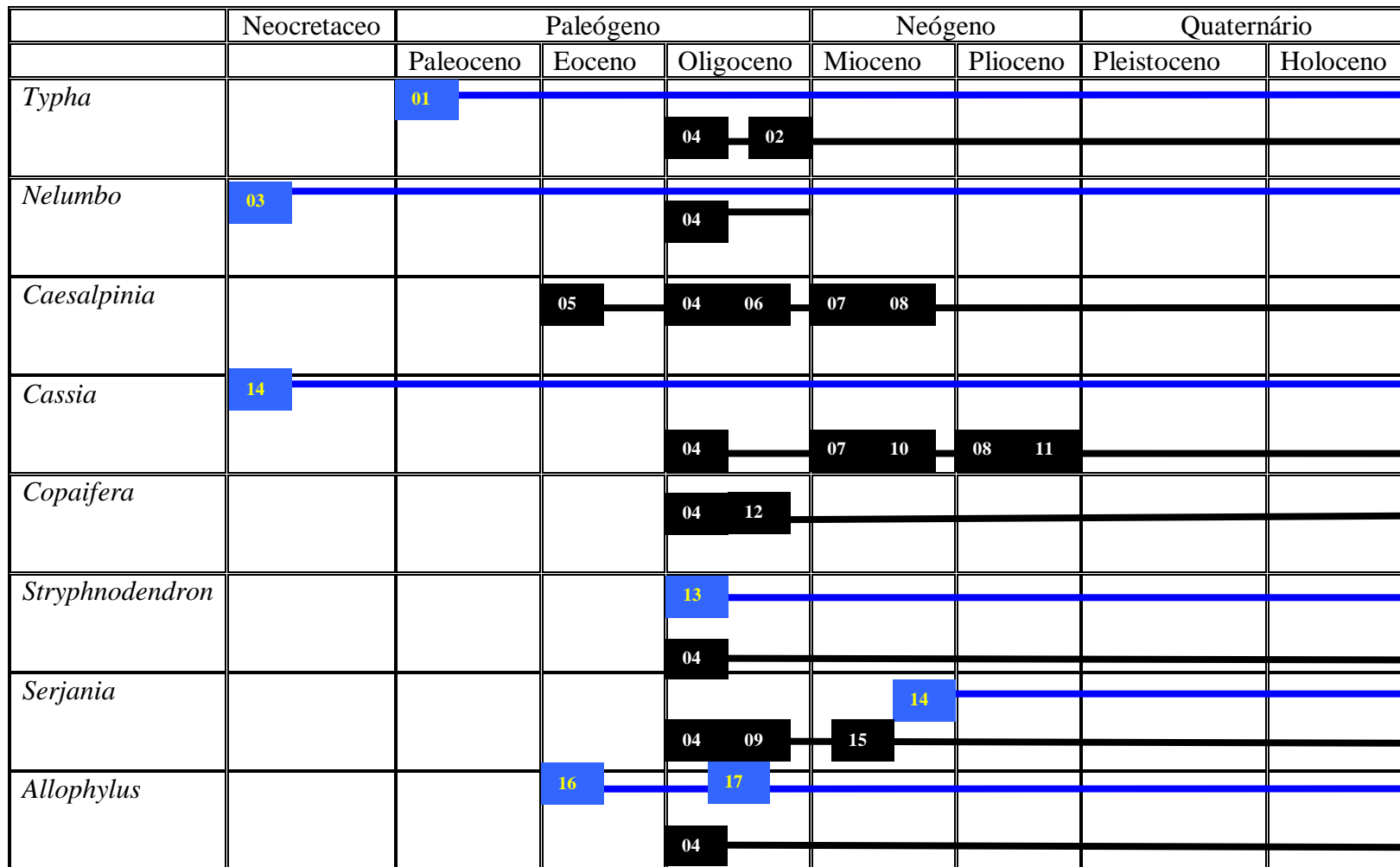


Figura 7.5 - Reconstituição Paleambiental

#### **7.4 - Considerações sobre a cronologia da Formação Tremembé**

A Formação Tremembé tem sua cronologia determinada por palinologia e vertebrados sendo do consenso geral considerá-la oligocena.

Examinando o quadro de distribuição cronoestratigráfica dos gêneros encontrados na assembléia estudada, embora tenha-se em mente que a paleobotânica seja de pequena aplicação nesse item, verifica-se que pela distribuição mundial de *Stryphnodendron* a partir do Oligoceno do México (CALVILLO-CANADEL; CEVALLOS-FERRIZ, 2005) e de *Serjania*, que no resto do mundo só aparece do Neomioceno em diante, verifica-se que uma idade oligocena ou mais recente não pode ser descartada.



— No mundo      — No Brasil

Figura 7.6- quadro com a distribuição cronoestratigráfica dos gêneros encontrados no afloramento do km 11 da Rodovia Quiririm – Campos-do-Jordão , 01 Muller (1984), 02 Lima et al (1985), 03 Upchurch et al (1994), 04 neste trabalho, 05 Berry (1935) e Melo; Bergqvist; Santana (2002), 06 Frnaco-Delgado (2002), 07 Dos-Santos (2007), 08 Berry (1935), 09 Fittipaldi (1990), 10 Duarte; Melo-Filha (1980), 11 Duarte; Rezende-Martins (1983-1985), 12 Duarte; Mandarin-de-Lacerda (1989), 13 Calvillo-Canadell; Cevallo-Ferriz (2005), 14 Berry (1929), 15 Duarte (1972), 16 Scoot (2002) e 17 Retallack et al (2004).

Dentre as taflobras do sudeste brasileiro, sem duvida, a que apresenta composição florística mais similar com a da Taflobra de Quiririm é a de Itaquaquetuba, seguida pela de Santa Fé.

## CAPÍTULO 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse estudo, foram analisados fitofósseis foliares, foliolares e de frutos, provenientes da Formação Tremembé, Paleógeno da bacia de Taubaté, no leste do Estado de São Paulo (afloramento do quilômetro 11 da rodovia estadual Floriano Rodrigues Pinheiro, Distrito de Quiririm, Município de Taubaté).

Considerando os objetivos expostos no capítulo inicial, quais sejam:

- 1) identificação taxonômica dos elementos componentes da tafoflora – embora alguns elementos tenham sido reconhecidos, preliminarmente em trabalhos anteriores, na tafoflora, somente agora uma identificação mais detalhada e segura foi alcançada com a descrição de oito gêneros sendo dois de presença confirmada (*Copaifera* e *Typha*) e seis detectados pela primeira vez (*Nelumbo*, *Caesalpinia*, *Stryphnodendron*, *Cassia*, *Allophylus* e *Serjania*), distribuídos em dez espécies das quais seis são novas (*Typha* cf. *T. tremembensis* Duarte & Mandarim-de-Lacerda, 1992, *Nelumbo anaflorae* sp. n., *Nelumbo saadi* sp. n., *Caesalpinia* cf. *C. echinataformis* Berry, 1935, *Cassia mezzalirae* sp. n., *Cassia suguioi* sp. n. *Copaifera leliae* sp. n., *Stryphnodendron juditeae* sp. n., *Serjania lancifolia* Fittipaldi, Simões, Giulietti & Pirani. 1989 e *Allophylus* sp.) porém, há ainda muito por identificar exigindo novas pesquisas para a sua conclusão.
- 2) O exame da tafonomia revelou, com base na fina granulometria da rocha matriz, na disposição caótica e na boa preservação dos fósseis (na forma de piritização e incarbonização como processos de fossilização), que a tafoflora foi depositada em um ambiente calmo, (ausência de correnteza) e redutor, com muita matéria orgânica preservada, corroborando com a idéia de ambiente lacustre dada pela litoestratigrafia.
- 3) A análise morfográfica permitiu, com base na percentagem de folhas com margem inteira, fazer uma estimativa da temperatura média anual a que estava submetida a tafoflora estudada, alcançando, aproximadamente, a cifra de 24°C, ou seja, muito próxima da atual; também permitiu com base na proporção foliar comprimento por largura inferir um clima mais quente e/ou úmido.

4) com base ainda na taxonomia, do ponto de vista ecológico, foi possível reconhecer três paleoassociações distintas compondo a paisagem ao redor do lago Tremembé: a) a primeira é uma associação de hidrófilas (*Typha* e *Nelumbo*) que seria autóctone ao paleolago raso; b) a segunda associação, em diferentes estratos, cobriria uma encosta de altitudes entre 500m a 800 m aproximadamente, em área bem drenada evidenciada pela presença de *Caesalpinia*, *Copaifera*, *Stryphnodendron* e lianas do tipo *Serjania* e c) a terceira associação, ocuparia as maiores altitudes e estaria representada por *Allophylus* e *Cassia* que se associariam, possivelmente, a *Podocarpus* e *Cryptomeria* (registradas em Bernardes-de-Oliveira et al., 2002a) constituindo uma Floresta Ombrófila Mista (Mata dos Pinhais).

5) embora a paleobotânica não seja de boa aplicabilidade para datação, a presença de gêneros como *Stryphnodendron* e *Serjania*, desconhecidos para períodos anteriores ao Oligoceno, leva a sugerir que essa idade já indicada pela palinologia e pelos vertebrados seria perfeitamente possível.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO-RODRIGUES, P. Two New Species of *Serjania* (Sapindaceae) From Brazil. *Brittonia*, n. 3, v. 39, p 348-352. 1987

ADANSON, P. M., *Families des Plantes: la Societé Roiale des Londres*, Cenfeur Roial. 1186p., 1763.

AKHMETYEV, M. A. Caenozoic Floras. *IN: MEYEN, S.V. (ed.) Fundamentals of Paleobotany*. London, Chapman & Hall, p. 432. 1987.

ALMEIDA, F. F. M. As Camadas de São Paulo e a Tectônica da Serra da Cantareira. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, v.4, p.23-40. 1955.

ALMEIDA, F.F.M. Vale do Paraíba. Rio de Janeiro, DNPM-DGM, *Relatório Anual do Diretor* , Rio de Janeiro, n.139, p. 90-91, 1958

ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. *Série Teses e Monografias* São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 99p. 1964.

ALVARENGA, H. M. F. Uma Gigantesca Ave Fóssil do Cenozóico Brasileiro: Physornis brasiliensis sp. *Anais da Academia Brasileira de Ciências.*, v. 4, n. 54, p. 697-712, 1982.

ALVARENGA, H. M. F. Notas Sobre os Cathartidae (Aves) e Descrição de um Novo Gênero do Cenozóico Brasileiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 3, n. 57, p. 349-357, 1985

ALVARENGA, H. M. F. Uma Ave Fóssil (Gruiforme: Raliidae) dos Folhelhos da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 4, n. 58, p.610, 1986.

ALVARENGA, H. M. F. Flamingos Fósseis da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil: Descrição de Nova Espécie. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 4, n. 62, p.335-345, 1990.

ALVARENGA, H. M. F. Paraphysornis Novo Gênero Para Physornis brasiliensis Alvarenga, 1982 (Ave: Phorusrhacidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 4, n. 65 p.403-406, 1993.



ALVARENGA, H. M. F. Um Primitivo Membro da Ordem Galiiformes (Aves) do Terciário Médio da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 1, n. 67 p.33-44, 1995.

ALVARENGA, H; HÖFLING, E. Aves. In: CARVALHO, I. S. (Editor), *Paleontologia*, 2ª edição, Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2004. v. 01, capítulo 44, p. 817 – 831.

APG II, An Update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II, *Botanical Journal of the Linnean Society*, n 141, p. 399-433, 2003.

ARCHANGELSKY, S. *Fundamentos de paleobotânica*. La Plata: Editora da Universidad Nacional de La Plata, 1970. 369p. (série técnica y didáctica no. 11).

ASHAF, A. R. e STINNESBECK, W., Pollen und Sporen an der Kreide – Tertiärgrenze im Staate Pernambuco, Nordost – Brasikien: *Paleontographica, Abt. B*, v. 208, p. 39-51, 1988.

BAKER-BROSH, K. F.; PEET, R. K.; The ecological significance of lobed and toothed leaves in temperate forest trees, *Ecology*, n4, v.78, in: [http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m2120/is\\_n4\\_v78/ai\\_19586623/?tag=content;coll,1997](http://findarticles.com/p/articles/mi_m2120/is_n4_v78/ai_19586623/?tag=content;coll,1997), último acesso: 30/06/2009 02:35 hs.

BAILEY, I. W. ; SINNOTT, E. W. The Climatic Distribution of Certain Types of Angiosperm Leaves. *American Journal of Botany*, n. 3, p.24 – 39, 1916.

BAKSI, S. K. Palinological Investigation of Simsang River Tertiaries, South Shillong Front, Assam. *Bull. Metall. Soc. Índia*, v.26, p. 1-22. 1962.

BENTHAM, G. Revision of Suborder Mimoseae. *The Trans. Linn. Society*. London, V.30, n.3, p. 335-664, 1875.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F.; GARCIA, M. J.; CAMPOS, C. C.; Jazigo Rodovia Quiririm – Campos do Jordão, Km 11, (Tremembé), SP – (Macrofósseis vegetais do Terciário) – In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (eds..). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: SIGEP no. 87, v. 1, p.55-62. 2002a.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F.; GARCIA, M. J.; CAMPOS, C. C.; Fazenda Santa Fé, (Tremembé), SP In: SCHOBENHAUS, C.;

CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.. (eds..). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: SIGEP no. 87, v. 1, p.55-62. 2002b.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; CASTRO-FERNANDES, M. C.; FRANCO-DELGADO, S. G. Folhas de Mirtáceas na Formação Entre-Córregos, Paleógeno da Bacia de Aiuruoca, Sudeste de Minas Gerais, Brasil. In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL, 7, SIMPÓSIO DO TERCIÁRIO DO BRASIL, 1, Serra Negra, 2006. *Boletim de Resumos*, UNESP, 2006a. p. 22.

BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; GARCIA, M. J.; CASTRO-FERNANDES, M. C. Folíolos e Grãos de Pólen de Fabales na Formação Entre-Córregos, Paleógeno da Bacia de Aiuruoca, Sudeste de Minas Gerais, Brasil. In: SIMPÓSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÂNICA Y PALINOLOGIA, 13, Bahia Blanca, 2006. *Boletim de Resumos*, Bahia Blanca, Universidad Nacional del Sur y CONICET, 2006b. p. 81.

BERRY, E. W. The Lower Eocene Floras of Southeastern North America. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*, v. 91 482p. 1916.

BERRY, E. W. Contributions to the Paleobotany of Peru, Bolivia y Chile . *Johns Hopkins University Studies in Geology*, n. 4, 220p. 1922.

BERRY, E. W. The Tertiary Flora of the Island of Trindade. *Johns Hopkins University Studies in Geology*, n.6, p. 71-150, 1925.

BERRY, E. W. The Fossil Flora of the Loja Basin in Southern Ecuador. *Johns Hopkins University Studies in Geology*, n.10, 79-135, 1929.

BERRY, E.W. Tertiary plants from Brazil. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v.75, n.7, p. 565-590, 1935.

BERRY, E.W. Fossil plants from the State of Anzoategui, Venezuela. *The Johns Hopkins University Studies in Geology*, v.13, p.137-158. 1939.

BEURLLEN, K. Alguns Restos de Crustáceos Decápodes d'Água doce fósseis no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.4, n. 22 p. 453-459, 1950.

BEURLLEN, K.; SOMMER, F. W. Restos Vegetais e Tectônica da Bacia Calcária de Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro. *Div. Geol. Min., DNPM*, v. 149, p.1-27. 1954.

BISTRICHI, C.A. *Análise estratigráfica e geomorfológica do Cenozóico da região de Atibaia-Bragança Paulista, Estado de São Paulo*. 2001. 135 f. (Tese de Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BRITO; L. M.; MAURO-RIBEIRO, F. A. Ocorrência de Lepidóptera nos Folhelhos de Tremembé e Algumas Considerações Sobre a Bacia Geológica do Paraíba, Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 1, n. 47, p. 105-111, 1975.

BURCKHARDT, D.; BASSET, Y. The Jumping Plant Lice (Hemiptera, Psylloidea) Associated With *Schinus* (Anacardiaceae): Systematics, Biogeography, and Host Plant Relationships. *Journal of Natural History*, v.34, p.57-155. 2000.

CALVILLO-CANADELL, L.; CEVALLO-FERRIZ, R. S. Diverse Assemblage of Eocene and Oligocene Leguminosae From México. *International Journal of Plant science*, v.4, n. 166, p. 671-692, 2005.

CAMPOS, D. A. *Tartarugas Fósseis do Brasil*. 1977. 101 f. (Dissertação de Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1977.

CARVALHO, B. C. M. C.; FIGUEIREDO, F. J. Sobre Novo Gênero e Espécie de Characiformes do Terciário da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 15, *Boletim de Resumos*, 1997.

CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. A Icnocenose da Bacia de Taubaté: Significado Paleoambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, *Anais*, p. 419-426, 1989.

CASTRO, A. C. J.; FERNANDES, A. C. S.; CARVALHO, I. S. Coprólitos de Aves da Bacia de Taubaté, SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, *Anais*, v.6, p.2358-2370, 1988.

CHIAPPE, L. M. Un Nuevo *Caiman* (Crocodylia, Alligatoride) de la Formación Tremembé (Oligoceno), Estado de São Paulo, Brasil, y su Significado Paleoclimático. *Paula-Coutiana*. v.3, p.49-66. 1988.

CRISTALLI, P. S. *Macrofitofósseis em Tufos Calcários Quaternários do Norte da Bahia como Indicadores Paleoclimáticos*, 2006 (Tese de Doutorado) – Instituto de Geociências – USP, São Paulo, 2006

CRONQUIST, A. *The Evolution and Classification of Flowering Plants*. New York: Ed. The New York Botanical Garden, Bronx, Columbia University Press. 1988. 1262p.

CRUZ, M. A. V.; *Contribuição ao Estudo Palinológico das Sapindáceas*, 1982 (Dissertação de Mestrado) – Instituto de Botânica – UNICAMP, Campinas, SP, 1982.

CURVELLO, W. S. Sobre um vegetal do linhito de Fonseca, Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 3, n. 27, p. 293-296, 1955.

DIAS-JÚNIOR, S. C.; MARTINS-NETO, R. G. O Cladograma de áreas de formações oligocenicadas do Sudeste Brasileiro e suas implicações para a Paleobiogeografia dos Pitus (Crustácea, Caridea), CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, p.1-2, 2007.

DOLIANITI, E. Contribuição à flora pliocênica de Fonseca, Minas Gerais. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 3, n.21, p. 239-244, 1949.

DOLIANITI, E. Contribuição à flora pliocênica de Fonseca, Minas Gerais II. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 3, n. 22, p. 303-306, 1950.

DOLIANITI, E. Frutos de *Nypa* no Paleoceno de Pernambuco. Brasil. Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia, 36p. (*Boletim 158*) 1955.

DOLPH, G.E.; DILCHER, D. L., Foliar Physiognomy as an Aid in Determining Paleoclimate. *Paleontographica, Abt. B*.Stuttgart, v. 170, p. 151-172, 1979.

DORF, E. The Use of fossil plants in palaeoclimatic interpretation. In: NAIRN, A. E. M. (Editor), *Problems in Palaeoclimatology*. Interscience, London, p. 13-31, 1964.

DOS-SANTOS, M. A. *Taoflora Neógena de Depósitos Provavelmente Correlatos à Formação Rio Claro, Ocorrente no Município de Jaguariúna, SP*. Dissertação de Mestrado, Universidade Guarulhos, SP, 178p. 2007

DOS-SANTOS, M. A.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; SANT'ANNA, L. G. Evidências Paleoclimáticas e Paleocológicas, Segundo Dados Paleobotânicos e Mineralógico, dos Argilitos Neógenos de Jaguariúna (SP), Correlatos à Formação Rio Claro. *Revista Universidade Guarulhos – Geociências* v. 6, n 1, 2007, p 80-106.

DUARTE, L. Melastomataceae fósseis da bacia terciária de Fonseca, Minas Gerais. D.N.P.M., *Bol. Div. Geol. Miner*, v.161, p.7-32, 1956.

DUARTE, L. *Florula da Formação Pirabas, Pará, Brasil*. Tese de Douturamento, Universidade de São Paulo, 1972.

DUARTE, L. Sobre uma Flor de Bombacaceae, da Bacia Terciária de Fonseca, MG. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 3 e 4, n. 46, p.407-411, 1974.

DUARTE, L. Pteridóphyta da Bacia de Fonseca, Minas Gerais. In: CAMPOS, D. A.; FERREIRA, C. S.; BRITO, I. M.; VIANA, C. F. (org.) *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, Brasília, Departamento Nacional de Produção Mineral, Série Geologia n. 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia v. 2, p. 553-555, 1985.

DUARTE, L.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. (Nota Preliminar). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, X, 1989, Curitiba, PR. *Anais...*, SBP, p.879-884, 1987.

DUARTE, L.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. II: Luechea nervaperta sp. n. (Tiliaceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989, Curitiba, PR. *Resumos das Comunicações*, SBP, p.99, 1989a.

DUARTE, L.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. III. Frutos (Phitolacaceae e Leguminosae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 11, 1989, Curitiba, PR. *Resumos das Comunicações*, SBP, 1, p. 395-410, 1989b.

DUARTE, L.; MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. Flora cenozóica do Brasil, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté; São Paulo. I. Celastraceae, Loganiaceae e Thyphaceae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 62, n.2, p.202-203, 1992.

DUARTE, L.; MELLO-FILHA, M. C. Flórua Cenozóica de Gandarela, MG. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 52, n.1, p.77-91, 1980

DUARTE, L. REZENDE-MARTINS, A. F. Contribuição ao Conhecimento da Flora Cenozóica do Brasil: Jazigo Vargem Grande do Sul, SP. Série Taubaté. *Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, n.55, v.1, p. 109-121. 1983.

DUMORTIER, B. C. *Observations Botaniques and Analyse des familles des Plantes*, Tournay, 1822. 120p.

EFREMOV, J. A.; Taphonomy: New branch of paleontology. *Pan Am. Geol.*, v.74, p. 81-93. 1940.

EIGENMAN, O. H. ; MYERS, G. S. The American Characinidae. *Mem. Mus. Comp. Zool.* Harvard, vol. 5, n. 43, p 512-514. 1929

ERWIN, D. M.; STOCKEY, R. A. Sapindaceous Flowers From the Middle Eocene Princeton chert (Allenby Formation) of British Columbia, Canada. *Canadian Journal of Botany* n.68, v. 22, p 2025-2034. 1990.

FALEIRO, W.; SAIKI, P. T. O. Morfologia Foliar em Cinco Fitofisionomias de Cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl.1, p.687-689. 2007.

FERNANDES, A. C. S.; POLIVANOV, H.; CARVALHO, I. S. Novo Procedimento Para Caracterização de Icnofósseis da Bacia de Taubaté, SP. CONGRESSO BRASILEIRO E PALEONTOLOGIA, 10, *Anais*, p. 291-306, 1987.

FERNÁNDEZ-LOPEZ, S. R. *Temas de Tafonomía*, Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Madrid, 167p., 2000

FERREIRA, C. S. Gastrópodes Pulmonados de Água Doce da Formação Tremembé, São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. número 46, vol. 3 e 4, páginas 663 – 666. 1974.

FERREIRA, C. S.; SANTOS, A. S. Novos Dados Sobre a Geocronologia da Formação Tremembé, Vale do Paraíba, SP, com base Palinológica. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 54(1): 264. 1982.

FITTIPALDI, F. C. *Vegetais Fósseis da Formação Itaquaquecetuba: Cenozóico, Bacia de São Paulo*. 1990 (Tese de Doutorado) – Instituto de Geociências – USP, São Paulo, 1990.

FITTIPALDI, F. C.; RÖSLER, O. As Plantas Fósseis como Indicadores Paleoclimáticos. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 10. v. 2, p 925-936. 1987.

FITTIPALDI, F. C.; SIMÕES, M. G.; GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R. Fossil Plants from the Itaquaquecetuba Formation (Cenozoic of the São Paulo Basin) and Their Possible Paleoclimatic Significance. *Boletim IG-USP Publicação Especial*, n.7, p. 183-203. 1989.

FLORENCE, G.; PACHECO, J. Carta Geológica do Estado de São Paulo, *Boletim Com. Geogr. Geol.*, São Paulo, v.22, anexos. 1930.

FRANCO-DELGADO, S. G.; *Tafoflora Paleógena da Formação Entre-Córregos*, Bacia de Aiuruoca, Estado de Minas Gerais – Brasil. Programa em Paleontologia Estratigráfica, Universidade Guarulhos, Dissertação de Mestrado, 163p. 2002.

FRANCO-DELGADO, S.G. & BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M.E.C. - 2004 - Annonaceae e Lauraceae da Formação Entre-Córregos (Paleógeno) na Bacia de Airuruoca: Implicações Paleoclimáticas. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v.7, n.2 p.117-126.

FREITAS, M. S.; *Estratigrafia de alta resolução e geoquímica orgânica da Formação Tremembé, terciário da Bacia de Taubaté, na região de Taubaté – Tremembé – SP*. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, Rio de Janeiro, 80p. 2007.

GALLEGO, O. E.; MESQUITA, M. V. Conchostracos Terciários de la Formación Tremembé (Bacia de Taubaté-São Paulo-Brasil) y su Importância Paleobiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, XV, São Pedro, SP, *Boletim de Resumos*. p. 25. 1997.

GANDOLFO, M. A.; CUNEO, R. N. Fóssil Nelumbonaceae from the La Colônia Formation (Campanian-Maastrichtian, Upper Cretaceous), Chubut, Patagonia, Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology*, n 133, p. 169-178, 2005.

GARCIA, M. J.; Coleção do Projeto A Paleontologia da Formação Tremembé, Terciário do Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.3, n.65, p329, 1993.

GARCIA, M. J.; SANTOS, M. ; HASUI, Y. 2000, Palinologia da Parte Aflorante da Formação Entre-Córregos, Bacia de Aiuruoca, Terciário do Estado de Minas Gerais, Brasil. *Revista Universidade Guarulhos*

GARCIA, M. J.; BISTRICH, C. A.; SAAD, A. R.; DE OLIVEIRA, P. E.; CAMPANHA, V. A.; Reconstruções Paleopalinoestratigráficas, Paleoambientais e Paleogeográficas de Depósitos Paleógenos (Eoceno Svelosuperior) e neógenos (Mioceno Superior) na Região leste do

Estado e São Paulo, Brasil. In: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS, 11, Gramado, 2004, *Boletim de Resumos*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.66.

GARCIA, M. J.; BERNARDES-de-OLIVEIRA, M. E. C.; DINO, R.; ANTONIOLI, L.; CASADO, F. C.; BISTRICHI, C. A. Floras Paleógenas Sul-Americanas no Contexto Mundial. In: *Paleontologia: Cenários de Vida*. Vol. 1, 1ª edição. Rio de Janeiro: Editora Interciencia 2007 p 690-723

GASTALDO, R. A.; FERGUSON, D. K. Reconstructing Tertiary Plant Communities: Introductory Remarks. *Review of Paleobotany and Palynology*. V. 101. p. 3-6. 1998.

GIVNISH, T. J.; Comparative Studies of Leaf Form: Assessing the Relative Roles of Selective Pressures and Phylogenetic Constraints. *New Phytologist*, n.1, v.106, p.131-160. 1987.

GONÇALVES; G. G.; LORENZI, H. *Morfologia Vegetal*. Nova Odesse: Instituto Plantarum, 2007. 447p.

GRADSTEIN, F. M.; OGG, J. G.; SMITH, A. G. *A Geologic Time Scale 2004* – International Stratigraphic Chart, ICS, IUGS, Cambridge University Press. 2004.

GREEN, W. A. – Loosening the CLAMP: na exploratory Graphical Approach to the Climate Leaf Analysis Multivariat Program. *Palaeontologia Electronica* V. 9, n. 2 p. 9-17, 2006.

GREENWOOD, D. R. capítulo 07 The Taphonomy of plant macrofossils in: Greenwood d, r. *the Process of Fossilization*, Columbia University press, 1991

GREENWOOD, R. G.; WILF, P.; WING, S.; CHRISTOPHEL, D. C.; Paleotemperature Estimation Using Leaf-Margin Analysis: Is Australia Different?, *Palaios*, v.19, p.129-142. 2004.

GREGORY-WODZICKI, K. M., Relationships between Leaf Morphology and Climate, Bolivia: Implications for Estimating Paleoclimate from Fossil Floras. *Paleobiology*, v.4, n.26, p.668-688. 2000.

GUIMARÃES. Notas Sobre os Folhelhos Betuminosos de Tremembé. *Mineração, Combustível e Transporte*, v.1 n. 9, p. 219-220. 1928.



GUINET, Ph.; CACCAVARI, M. Pollen Morphology of the Genus *Stryphnodendron* (Leguminosae, Mimosoideae) in Relation to its Taxonomy, *Grana*, v.31, p.101-112. 1992.

HASUI, Y; PONÇANO, W. L. Organização Estrutural e Evolução da Bacia de Taubaté. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978. Recife. *Anais...Recife*: SBG, 1978. v.1, p. 368-381.

HERENDEEN, P. S.; The Fossil Record of the Leguminosae: recent advances. In *Legumes Down Under: The Fourth International*, 1990

HERENDEEN, P. S. *Structural evolution in the Caesalpinioideae (Leguminosae)*. In Herendeen, P. S., & Bruneau, A. (eds), *Advances in Legume Systematics*, Royal Botanic Gardens, Kew; Part 9. p. 45-64, 2000

HERENDEEN, P. S.; DILCHER, L. D. Vegetative Evidence for the Occurrence of *Crudia* (Leguminosae, Caesalpinioideae) in the Eocene of Southeastern North America. *Botanical Gazette*, n.3, v.51, p.402-413, 1990.

HERENDEEN, P. S.; DILCHER, L. D. *Caesalpinia* Subgenus *Mezoneuron* (Leguminosae, Caesalpinioideae) from the Tertiary of North America. *American Journal of Botany*, n.1, v.78, p.1-12. 1991.

HICKEY, L. J. Classification of the architecture features of dicotyledonous leaves. *Amer. Jour. Bot.* v. 60, p. 17-33. 1973.

HICKEY, L. J. A revised classification of the architecture of dicotyledonous leaves. In: METCALFE, C. R.; CHALK, L. W. (eds.). *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press, 1979. v. 1, p. 25-39.

HICKEY, L. J.; WOLFE, J. A. The bases of angiosperm phylogeny: vegetative morphology. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, v. 62, p. 538-589. 1975.

HINOJOSA, L. F. Cambios Climáticos y Vegetacionales Inferidos a partir de Paleofloras Cenozoicas del Sur de Sudamerica. *Revista Geológica de Chile*, v32, n1, p.95-115,2005.

HLWATIKA, C. N. M.; BHAT, R. B.; An Ecological Interpretation of the Difference in Leaf Anatomy and its Plasticity in Contrasting Tree Species in Orange Kloof. Table Mountain, South Africa. *Annals of Botany*, v. 89, p.109-114. 2002.

HOLLICK, A. A New Fossil Nelumbo from the Laramie Group at Florence, Colo. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, v. 21, n 7, p. 307-310. 1894.

IANNUZZI, R.; VIEIRA, C. E. L. *Paleobotânica*. 1ª edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 167p

IGLESIAS, A.; WILF, P.; JOHNSON, K. R.; ZAMUNER, A. B.; CUNEO, N. R.; MATHEOS, S. D.; SINGER, B. S.; A Paleocene Lowland Macroflora from Patagônia Reveals Significantly Greater Richness than North América analogs. *Geology*, v.35, n.10, p.947-950. 2007.

INÁCIO, J. C., *Zoneamento Etno Ambiental da terra indígena de Ligeiro: um estudo com base na ecologia de paisagem*, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Biociências,

IVANAUSKAS, N. M. *Caracterização Florística e Fisionômica da Floresta Atlântica sobre a Formação Pariquera-Açu, na Zona da Morraria Costeira do Estado de São Paulo*, Dissertação de Mestrado, Campinas, 1997. UNICAMP- Campinas 1997, 216p.

JANSSEN, T.; BREMER, K. The Age of Major MONOCOT Groups Inferred From 800+ rbcL Sequences. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.146, p.385-398. 2004.

JAPIASSÚ; A. M. S. : Madeira Fóssil – Humiriaceae de Irituia, Estado do Paraná. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Geologia*, n. 14, p.14, 1970.

JEAN DU CHÊNE, R. E.; ONYKE, M. S.; SOWUNMI, M. A. Some New Eocene Pollen of the Ogwashi-Asaba Formation, Southeastern Nigeria. *Revista Espanhola de Micropaleontologia*. v. 10, p. 285 – 322. 1978

JORDAN, D. S. The Fossil Fishes of California. *Bull. Dept. Geol. Univ. California*, v.5 n.7, p.95-144. 1907.

JOLY, A. B.; *Botânica: introdução a taxonomia vegetal*, terceira edição, Biblioteca Universitária, companhia Editora Nacional 1976, 777p.

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, F. S. *Plant Systematic: A Phylogenetic Approach*, Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1999. 465p.

JUSSEAU, A. L. *Genera Plantarum secundum Ordines Naturales Disposota*, Pari, 1789. 594p.

LAHITTE, H. B.; HURRELL, J. A.; las plantas nativas y naturalizadas más comunes de las costas del Delta del Paraná, Isla Martín García y Ribera Platense, Ed. L.O.L.A. (Literature of Latin America), 1997.

LAWG. Leaf Architecture Working Group. *Manual of leaf architecture: morphological description and categorization of dicotyledonous and net-veined monocotyledonous angiosperms*. Washington, DC.: Smithsonian Institution, 1999.

LEONARDOS, O. H.; Os Folhelhos Petrolíferos do Vale do Paraíba. *A Engenharia*, v.1, n.3, p.21-24. 1924.

LIMA, M. R. ; SALARD-CHEBOLDAEFF, M. Palynologie des Bassins de Gandarela et Fonseca (Eocene de l'état de Minas Gerais, Brésil). *Boletim IG, Instituto de Geociências, USP*, vol. 12, p. 33 – 54. 1981.

LIMA, M. R.; AMADOR, E. S.; 1985. Análise Palinológica de Sedimentos da Formação Resende, Terciário do Estado do Rio de Janeiro. In: CAMPOS, D. A.; FERREIRA, C. S.; BRITO, I. M.; VIANA, C. F. (org.), *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, Série Geológica (27), Seção Paleontologia e Estratigrafia (2): 371-378.

LIMA, M. R.; SALARD-CHEBOLDAEFF, M.; SUGUIO, K. 1985 a. Étude Palynologique de la Formation Tremembé, Tertiaire du Bassin de Taubaté (Etat de São Paulo, Brésil), d'après les échantillons du sondage n. 42 du CNP. In: CAMPOS, D. A.; FERREIRA, C. S.; BRITO, I. M.; VIANA, C. F. (org.), *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*, Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, Série Geológica (27), Seção Paleontologia e Estratigrafia (2): 379-393. 1985a

LIMA, M. R.; VESPUCCI, J. B. O.; SUGUIO, K. Estudos Palinológicos de uma Camada de Linhito da Formação Caçapava, Bacia de Taubaté, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, vol. 57 n.2 p. 183-197. 1985b

LIMA, M. R.; MELO, M. S.; COIMBRA, A. M. 1991. Palinologia Da Bacia de São Paulo, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Revista do Instituto Geológico*, 12(1-2):7-20.

LIMA, M. R.; MELO, M. S. Palinologia de Depósitos Rudáceos da Região de Itatiaia, Bacia de Resende – RJ. *Geonomos*, 2(1):12-21. 1994

LIMA, M. R.; RICCOMINI, C.; SOUZA, P. A. 1994. Palinologia de Folhelhos do Gráben de Casa de Pedra, Terciário do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Geológica Leopoldensia*, 39(2): 485-504.

LIMA, M. R.; DINO, R. Palinologia de amostras da Bacia de Bonfim, Terciário do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim IG-USP: Série Científica*, v. 15, 1984 p. 1-11

LINEAUS, C. *Species Plantarum*, Exhibentes Plantas Rite Cogmitas, ad Genera Relatas cum Differentis Specificis, Nominibus Trivialibus, Synonymis Selectis, Secundum Systema Sexuale Digestas. Tomus I, Laurentii Salvii, Paris, 1753.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras* manual de plantas arbóreas nativas do Brasil. V.01. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1992

LORENZI, H. *Plantas Daninhas do Brasil*: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas, 3ª edição, 608p. 2000

MANCHESTER, S. R. ; KESTER, P. R. Paleobotanical Investigation of the Green River Lacustrine Flora of Fossil Butte, Wyoming. In : 2002 Denver Annual Meeting, session n. 210, 2002

MAGALHÃES, J. 1948. Sobre a Ocorrência de Vegetais fósseis na Fazenda São José, Município de Guaxindiba, Rio de Janeiro. *Mineração e Metalurgia*, 13(73) :36.

MAGALLON, S. ; CRANE, P. R. ; HERENDEEN, P. S. Phylogenetic Pattern, Diversity, and Diversification of Eudicots. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 86, n. 2, p. 297-372. 1999.

MAIZZATO, J. R. 2001. *Análise Bioestratigráfica, Paleoecológica e Sedimentológica das Bacias de Gandarela e Fonseca – Quadrilátero Ferrífero – Minas Gerais, com base nos Aspectos Palinológicos e Sedimentares*. Programa de Pós-Graduação em Evolução Crustal e Recursos Naturais, Área de Concentração em Petrogênese-Depósitos Minerais-Gemologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Tese de Doutorado, 249 p.

MALABARBA, M. C. *Cyphocharax mosesi* (Travassos e Santos). A Fossil Curimatidae from Tertiary of São Paulo, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 68(2) :294. 1996

MALABARBA, M. C. A New Genus of Characiform Fossil Fish From Tremembé Formation, Tertiary of São Paulo, Brazil (Ostariophysi : Characidae). In : Congresso Brasileiro e Paleontologia, *Boletim de Resumos*, 89. 1997.

MALABARBA, M. C. ; LUNDBERG, J. G. A Fossil Loricariid Catfish (Siluriforms : Loricarioidea) from the Taubaté Basin, eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*, v. 5, n. 3, p. 263-270. 2007.

MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. 1985. *Étude d'une Flore Cénozoïque du Bassin de Tremembé (état de São Paulo, Brésil)*. Rapporte de D.E.A. de Biologie Vegetale Tropicale, Université Pierre et Marie Curie, 140p.

MANDARIM-DE-LACERDA, A. F. ; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C. ; PONS, D. 1996. Microscopia eletrônica de varredura de macrofitofósseis da Formação Tremembé, Eoterciário da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 47, 1996, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Resumos... p. 497-498.

MANDARIM-DE-LACERDA, A. F.; 1998. *Paleomacrolora da porção Superior da Formação Tremembé na Sub-Bacia Quiririm, Eoterciário da Bacia de Taubaté, SP, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Exame de Qualificação, 94p.

MARCHIORI, J. N.C. *Dendrologia das angiospermas: leguminosas*. Santa Maria: Editora UFSM, 1997

MARTIN-CLOSAS, C. ; GOMEZ, B. 2004 Taphonomie de plants et interprétations paléoécologiques. Une synthèse. *Geobios*, v. 1, n 37, p. 65-84, 2004.

MARTINS-NETO, R. G. Sobre a Ocorrência de Coleóptera (Insecta) na Formação Tremembé, Bacia de Taubaté (Oligoceno do Estado de São Paulo). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1, Rio de Janeiro. *Boletim de Resumos*, SBG- SP/RJ, p.13-14. 1989.

MARTINS-NETO, R. G.. A Paleoentomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Oligoceno do Estado de São Paulo: Descrição de novos Hemipteros (Insecta). *Revista Universidade Guarulhos- Geociências*, n.2 v. 6, p.66-69. 1997a

MARTINS-NETO, R. G. Dipteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. III Família Tabanidae. *Acta Geologica Leopoldensia*, n. 44, v. 20, p. 51-57. 1997b.

MARTINS-NETO, R. G.; A Paleontomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: descrição de novos lepidópteros (Insecta). In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 15, *Boletim de Resumos*: 59. 1997c.

MARTINS-NETO, R. G. A Paleontomofauna da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté) Oligoceno do Estado de São Paulo: novos Hemiptera, Auchenorrhyncha, Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera (Insecta). *Revista Universidade Guarulhos- Geociências*. n. 3 v. 6 p. 58-70. 1998a.

MARTINS-NETO, R. G. Novos aportes ao conhecimento sobre a morfologia de *Bechleja robusta* Martins Neto & Mezzalira 1991, crustáceo carídeo da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. *Revista Universidade Guarulhos- Ciências Exatas e Tecnológicas*, n.3, v.4, p.62-65. 1998b.

MARTINS-NETO, R. G. Estágio atual da paleoartropodologia brasileira: hexápodes, miriápodes, crustáceos (isopoda, decapoda, eucrustacea e copepoda) e quelicerados. *Arquivos do Museu Nacional*. Rio de Janeiro, v.63, n3, p471-494, 2005.

MARTINS-NETO, R. G.; MEZZALIRA, S.. Revisão dos paleomonídeos terciários brasileiros (Crustacea – Caridae) com descrição de novos taxa. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. , Rio de Janeiro, n.4, v.61, p.476. Resumo das Comunicações. 1989.

MARTINS-NETO, R. G.; MEZZALIRA, S. Revisão dos paleomonídeos terciários brasileiros (Crustacea – Caridae) com descrição de novos taxa. *An. Acad. bras. Ci.* , Rio de Janeiro, n.4, v.63, p. 361-367. 1991.

MARTINS-NETO, R. G.; FRAGOSO, L. M. C.; SANTOS, S, J. C. K.; VIEIRA, F. R. N.. Dípteros (Insecta) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. II Famílias Tepulidae, Empididae e Chirohomidae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37. , 1992, São Paulo, SP. *Boletim de Resumo Expandidos*, Sessões Temáticas, SBG, n.2, p. 494-496. 1992a.

MARTINS-NETO, R. G. ; VIEIRA, F. R. M.; KUCERA-SANTOS, J. C.; FRAGOSO, L. M . C.. Dípteros (Insecta, Empidoidea) da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, Oligoceno do Estado de São Paulo. I Família Hybotidae. *Acta Geol. Leopoldensia*. São Leopoldo, RS, n.15, v.36, p. 31-48. 1992b.

MARTINS-NETO, R. G.; SANTOS, J. C. K.; VIEIRA, F. R. N.; FRAGOSO, L.M.C.. Nova espécie de borboleta ( Lepidoptera: Nymphalidae: Satirynae) da Formação Tremembé, Oligoceno do Estado de São Paulo. *Acta Geológica Leopoldensia*, n.16, v.37, p.5-16. 1993.

MARTIUS, C. F. P.V. *Flora Brasiliensis*, v.23, Part III, Fasc. 124 Prancha 102, 1900 in: <http://florabrasiliensis.cria.org.br> ultimo acesso 15/07/2009 2:43

MELO, D. J.; BERGQVIST, L. P.; ALVARENGA, H. M. F. Considerações Sobre Notoungulados da Formação Tremembé , Bacia de Taubaté (São Paulo, Brasil). *Anuário do Instituto de Geociências UFRJ*, n 1, v.30, p. 77-82, 2007.

MELLO, C. L.; BERGQUIST, L. P.; SANT'ANNA, L. G.; 2002. Fonseca, MG: Vegetais Fósseis do Terciário Brasileiro – SIGEP 86. in: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; QUEIROZ, E.T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M.. (eds.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: SIGEP no. 86, v. 1: 73-79. 2002.

MENDES, J.C.; PETRI, S. *Geologia do Brasil*; Rio de Janeiro: MEC, 1971, 207p.

MERCES, M. F. B.; 2005. *Palinologia do Jazigo Quiririm Formação Tremembé, Bacia de Taubaté: Implicações Palinocronoestratigráficas, Paleovegetacionais e Paleoclimáticas*. Graduação em Ciências Biológicas, (TCC), Universidade Guarulhos, 2005.

MERCES, M. F. B.; GARCIA, M. J. ; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; A Paleopalynologia do Jazigo Quiririm, Formação Tremembé, Bacia de Taubaté: Implicações Paleoambientais. In: Simpósio do Cretáceo do Brasil, 7, Simpósio do Terciário do Brasil, 1, Serra Negra, *Boletim de Resumos*, UNESP, p. 85.

MESQUITA, M. V. Aracnídeo da Formação Tremembé (Bacia de Taubaté), Oligoceno do Estado de São Paulo, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 15, *Boletim de Resumos*. p 55. 1997.

MEZZALIRA, S. Novas Ocorrências de Vegetais Fósseis Cenozóicos no Estado de São Paulo. *O IGC*, v.15, p. 73-94, 1961.

MEZZALIRA, S. Considerações Sobre Novas Ocorrências Fossilíferas no Estado de São Paulo, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.1, n. 38, p. 65-72, 1962.

MILLER, P. *The Gardenes Dictionary*. 1754

MORAES-REGO, L. F. As Formações Cenozóicas de São Paulo. *Anuário da Escola Politécnica*. São Paulo, v.2, p. 231-267. 1933.

MOUTON, J. A.; Sur la Systématique Foliaire en Paléobotanique. *Bulletin de la Société Botanique de France*, n.9, v. 113. p.492-502.1966.

MOUTON, J. A. Architecture de la Nervation Foliaire. *Morf & Bio* section des sciences, tome III, in: CONGRÈS NATIONAL DES SOCIÉTÉS SAVANTES, 92, p. 165-176. 1967.

MOUTON, J. A. Une Nouvelle méthode d'isolement de la Nervation des feuilles d'arbres, *Bulletin de la Société Botanique de France*, v. 109. p.581-590.1972.

MOUTON, J. A.; Morphologie Foliaire: Nouvelles Perspectives. In: CONGRÈS NATIONAL DES SOCIÉTÉS SAVANTES, Montpellier, p.267-276. 1985.

MULLER, J. Fossil Pollen Records of Extant Angiosperms. *Botanical Review*, n.47, v. 22, p.1-142. 1981.

MULLER, J. Significance of Fossil Pollen for Angiosperm History. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, n.71, v.19, p. 419-443. 1984.

NOGUEIRA, C. Z.; RUAS, M. R.; FERRUCI, M. S. Karyotypic study of some species of *Serjania* and *Urvillea* (Sapindaceae; Tribe Paulinieae), *American Journal of Botany* n. 5, v. 82, p. 646-654. 1995.

OLIVEIRA, A. I., 1937, Lenhito no Brasil, *Mineração e Metalurgica*, 2 (8): 105 – 107

OLIVEIRA, A. I. ; LEONARDOS, O. H. *Geologia do Brasil*. 2ª Edição. Série didática número 2. Rio e Janeiro. 1943, 813p.

OLIVEIRA, A. I.; LEONARDOS, O. H.; 1978, *Geologia do Brasil*, 3ª. Ed. Col. Mossoreense 72:658 – 686.

OLIVEIRA, E. V.; RIBEIRO, A. M.; BERKVISK, L. P.; A New Oligocene Cingulate (Mammalia: Xenarthra) from Taubaté Basin, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, n.69, v. 4, p.461-470. 1993

OLIVEIRA E SILVA, M. I. M. N.; *Florula da Bacia de Fonseca, Minas Gerais, Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, 119p. 1982.



PAES LEME, A. B., 1918 *Sobre a Formação de Linhito de Caçapava*. 37p., est. Pap. Macedo, Rio de Janeiro.

PAULA-COUTO, C. On a Fossil bat from the Pleistocene of São Paulo (Brazil). INQUA, ACTES E. CONGRÈS INTER. QUATERNAIRE, 4, Rome-Pisa. 1953.

PAULA-COUTO, C. Une chauve-souris fossile des argiles feuilletées pleistocenes de Tremembé, Etat de São Paulo (Brésil). ACTES E. CONGRÈS INTER. QUATERNAIRE, 4, Rome-Pisa, Août-septembre. v.1, p.343-347. 1956

PAULA-COUTO, C.; MEZZALIRA, S.; Nova Conceituação Geocronológica de Tremembé, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 43(supl.):471-488. 1971.

PISSIS, M. Mémoire sur la position géologique des terrains de la partie australe du Brésil, et les soulèvements que à diverses époques ont change le relief de cette contrée, C. R. Acad. Sci., 14:1044-1046. 1842.

PONÇANO, W.L. et al. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, p.1981. 94.

PORTER, H. *Typhaceas* The South African National Biodiversity Institute, 2007 in: <http://www.plantzafrica.com/planttuv/typhacapen.html> último acesso 15/07/2009.

RAPINI, A. *Sistemática Vegetal*, Feira de Santana: Universidade Federal de Feira de Santana, 2008. 200p.

RAUNKIAER, C. *The Life Forms of Plants and Statistical Geography*, Claredon, Oxford, 1934, 032p.

RAVEN, P.; AXELROD, D. I.; Angiosperm Biogeography and Past Continental Movements. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, St Louis, v.61, p. 539-673, 1974.

REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N.; SANTOS, A. S.; Palinologia dos Sedimentos Mesocenozóicos (I) do Brasil. *Boletim Técnico Petrobrás*, Rio de Janeiro, n.3, v. 17,p. 177-191. 1974 a.

REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N.; SANTOS, A. S.; Palinologia dos Sedimentos Mesocenozóicos do Brasil (II). *Boletim Técnico Petrobrás*, Rio de Janeiro, n.3, v. 17,p. 263-301. 1974 b.

REITZ, P.; KLEIN, R. M.; REIS, A. *Projeto Madeira do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: SUDESUL Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 423p.

RETALLACK, G. J.; ORR, W. N.; PROTHERO, D. R.; DUNCAN, R. A.; KESTER, P. A.; AMBERS, C. P. Eocene-Oligocene extinction and Paleoclimatic Change Near Eugene, Oregon. *GSA bulletin*, v.116, n.7/8, p.817-839. 2004.

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 1989. 256 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências - USP, São Paulo, 1989.

RICCOMINI, C.; SUGUIO, K.; ALVARENGA, H.M.F.; FITTIPALDI, F. Estratigrafia e Ambientes de Sedimentação da Porção Central da Bacia de Taubaté, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 13, 1991, São Paulo. *Resumo...* São Paulo: IGcUSP, 1991b. p.1-29.

RICCOMINI, C.; COIMBRA, M. A.; SANT'ANNA, L. G.; NETO, M. B.; VALARELLI, J. V. Argilominerais do Paleolago Tremembé e Sistemas deposicionais relacionados (Paleógeno, Rift Continental do Sudeste do Brasil), *Revista Brasileira de Geociências*, V. 26, n 3, p.167-180, 1996

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. Evolução Geológica do Rift do Sudeste do Brasil. In: *Geologia Sulamericana: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Primeira Edição. São Paulo – SP: Editora Becca, 2004: p 383 – 406.

ROXO, M. G. O. *Pequenos Guias da Coleção de Paleontologia do Museu Nacional II. Crocodilianos*. Mendonça Machado e Cia., Rio de Janeiro. 1929. 22p

ROXO, M. G. O. Crocodilianos fósseis do Brasil. *Notas Preliminares de estudos*, Divisão de Geologia e Mineralogia, 14:9-15. 1937

ROYER, D. L.; WILF, P.; JANESKO, D. A.; KOWALSKI, E. A.; DILCHER, D. L.; Correlations of Climate and Plant Ecology to Leaf Size and Shape: Potential Proxies for the Fossil Record. *American Journal of Botany*, n.92, v.7, p.1141-1151. 2005.

SAAD, A. R. *Potencial Econômico da Bacia de Taubaté (Cenozóico do Estado de São Paulo, Brasil) nas Regiões de Jacareí, Taubaté, Tremembé e Pindamonhangaba*. 1990. 173p. (Tese de Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1990.

SACK, L.; DIETRICH, E. M.; STREETER, C. M.; SÁNCHEZ-GÓMEZ, D.; HOLBROOK, N. M. Leaf Palmate Venation and Vascular Redundancy Confer Tolerance of Hydraulic Disruption. *PNAS*, v. 105, n 5, p. 1567 - 1572, 2007.

SAH; S. C. D.; DUTTA, S. K. Palynostratigraphy of the sedimentary formations of Assam-1. Stratigraphical position of the Cherra Formation. *Palaeobotanist*, n.15, v.1-2, p 72-86. 1966

SANCHONETE, M. C. C. *Frutíferas Nativas Úteis à Fauna na Arborização Urbana*. Porto Alegre: Sagra, 1989. 163p.

SANTOS, M. *Serra da Mantiqueira e Planalto do Alto do Rio Grande: A Bacia de Terciária de Aiuruoca e Evolução Morfotectônica*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP). Rio Claro, São Paulo. 134p. 1999

SANTOS, D. B. *Palinologia de Amostras da seção tipo da Formação Itaquaquecetuba, Bacia de São Paulo, na Mineradora Itaquareia I: Implicações Palinocronoestratigráficas e paleoambientais*. Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Guarulhos (TCC), 148p. 2005.

SANTOS; D. B.; GARCIA, M. J.; FERNANDES, R. S.; SAAD, A. R.; BISTRICHI, C. A. Composição Paleopalino-florística dos depósitos terciários da Formação Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO DO CRETÁCEO DO BRASIL, 7, SIMPÓSIO DO TERCIÁRIO DO BRASIL, 1, Serra Negra, UNESP, p.20. 2006 A

SANTOS; D. B.; GARCIA, M. J.; FERNANDES, R. S.; SAAD, A. R.; BISTRICHI, C. A. A Paleopalinologia na Reconstrução da Paisagem Terciária da Formação Itaquaquecetuba (Mineradora Itaquareia 1), Município de Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo, Brasil. In: SIMPÓSIO ARGENTINO DE PALEOBOTÂNICA Y PALINOLOGIA, 13, Bahia Blanca, *Boletim de Resumos*. 2006 B

SANTOS, D. B.; *A Reconstituição da Paisagem Paleógena, com Base na Paleopalinologia da Formação Itaquaquecetuba (Mineradora Itaquareia 1), Bacia de São Paulo, Brasil*. Dissertação de Mestrado em Análise Geoambiental, Universidade Guarulhos. Guarulhos, 2008. 204p, Anexos I e II, 34 Estampas.

SCALON, V. R.; *Revisão Taxonômica do gênero *Stryphnodendron* Mart (Leguminosae-Mimosoideae)*. Tese de Doutorado em Ciências (Botânica), Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007. 264p.

SCHAEFFER, B.; Cretaceous and Tertiary Actinopterygian fishes from Brazil. *B. Amer. Mus. Nat. Hist.*; N. York, v.1, n. 89, 1-40, pl.1-7. 1947.

SCHEEL-YBERT, R.; RAMOS, R. R. C.; MACHADO, L. G.; CARVALHO, M. A.; BARROS, L. H. P. Primeira Ocorrência de Lenho Fóssil da Bacia de Resende (Rio de Janeiro, Brasil). In: *Paleontologia: Cenários de Vida*, vol. 1, Rio de Janeiro: Editora Interciencia 2007: p726-734.

SCOOT, P. J.; *The Families and Genera of Vascular Plants*. Springer: Berlin. 2004.

SETZER, J. Aspectos Hidrogeológicos do Estado de São Paulo. In: DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. *Plano de Eletrificação do Estado de São Paulo*. São Paulo, p. 323-443. 1955.

SHUFELDT, R. W.; A Fóssil Feather from Taubaté, Brazil. *Auk (J. of Ornithology)*, v.33, p. 206-207. 1916.

SILVA-SANTOS, R. Vestígio de ave fóssil nos folhelhos betuminosos de Tremembé, São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.4, n. 22, p.445-446. 1950

SILVA-SANTOS, R. Nova Evidência Paleontológica da Idade Pleistocena dos Estratos da Bacia do Paraíba. *Engenharia e Metalúrgica*, v.301, n. 51, p. 10. Resumo. 1970

SILVA-SANTOS, R. *Steindachneridium iheringi* (Woodward) um siluriforme da Bacia do Paraíba, Estado de São Paulo. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 34, n. 43 p.667. 1973

SIMPSON, M. G., *Plant Systematics*. Elsevier academic press: Burlington 2006. 590p.

SMALL, J. K. *Flora of the Southeastern United States*. The New Era Printing Company, 1903.

SPICER, R. A. 1986. Pectinal veins: a new concept in terminology for the description of dicotyledonous leaf venation patterns. *Botanical Journal of the Linnean Society* 93:379-388.

SOARES, S.; TASSI, L. V.; MARTINS-NETO, R. G. Evidências de um episódio de mortalidade em massa de heterópteros (insecta coriscidae) num paleolago do Oligoceno do Brasil. CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, *Anais*, p. 1-2, 2007.

SOMMER, F. W.; Contribuição a Paleofitogeografia do Paraná. In: LANGE, F. W. (ed.) *Volume Comemorativo do primeiro centenário do Estado do Paraná*. Curitiba, Comissão Comemorativa do Centenário do Paraná, p.175-194. 1954.

SORIA, H.; ALVARENGA, P.; Novos Restos Fósseis de Mamíferos da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.3, n.58, p. 418 Resumo. 1986

SORIA, H.; ALVARENGA, P. Nuevos Restos de Mamíferos de la Cuenca Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. v. 2, n. 61, p.157-175. 1989

SOUZA, C. S.; LORENZI, H. *Botânica Sistemática*. 2ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 703p

STEVENS, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008 [and more or less continuously updated since]." will do. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.

SUGUIO, K. *Contribuição à Geologia da Bacia de Taubaté - Vale do Paraíba – Estado de São Paulo*. 1968. Tese (Doutoramento em Geologia) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras - USP , São Paulo, 1968.

SUGUIO, K. *Geologia sedimentar*. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

TAYLOR, N. T.; TAYLOR, E. L.; KRINGS, M. *Paleobotany: The Biology and Evolution of Fossil Plants*. Secound edition: Elsevier, New York. 2009. 1253p.

TORRES-RIBEIRO, M.; BORGHI, L. O Uso de Microfáceis Sedimentares na Caracterização de Potenciais Rochas Selantes e Geradoras de Um Sistema Lacustre Paleogenico na Bacia de Taubaté. PDPETRO, 4, *Boletim de Resumos*, 2007

TRAVASSOS, H.; SILVA-SANTOS, R. Caracídeos Fósseis das Bacia do Paraíba. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. n. 27. v. 03, 297-322, 1955.

UPCHURCH, G. R.; CRANE, P. R. Jr.; DRINNAN, A. N. The Megaflora From the Quantico Locality (Upper Albian), Lower Cretaceous Potomac Group of Virginia. *Virginia Museum of Natural History*, Martinsville, Virginia, n.27, 57p. 1994.

VEIGA-JÚNIOR, V.; PINTO, A. C. O Gênero *Copaifera* L., *Química Nova*, Rio de Janeiro, n.2, v.25, p. 273-286, 2002.

VEIGA, E. C.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E.C.; CASTRO-FERNANDES; M. C. Nova Forma Foliar Fabacea da Formação Tremembé, Paleógeno da Bacia de Taubaté, no Município de Taubaté, SP, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PALEOBOTÂNICA E PALINOLOGIA, 12, 2008, *Boletim de Resumos*. Florianópolis p226.

VELOSO, H. P.; FILHO, L. C. O.; VAZ, A. M. S. F.; LIMA, M. P. M.; MARQUETE, R.; BRAZÃO, J. E. M. *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 91p.

VESPUCCI, J. B. O. (1984). *Sistemas Depositionais e Evolução tectono-sedimentar da Bacia de Taubaté, SP*. São Paulo. Dissertação de Mestrado, IGc – USP. 1984.

VUCETICH, M. G.; SOUZA-CUNHA, F. L. S. ; ALVARENGA, H. M. F. Un Roedor Caviomorpha de la Formacion Tremembé (Cuenca d Taubaté), Estad de São Paulo, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 65, n. 3, p. 247-257, 1993.

WALLACE, K. , *Cenozoic elevation of the rock mountains*. 2002. <http://www.colorado.edu>.  
Ultimo acesso 12 de Novembro de 2007

WASHBURN, C. W., *Petroleum Geology of the state of the São Paulo, Brazil*. *Bol. Comis. Geogr. Geol SP*, v.22, 282p.1930.

WATSON, L.; DALLWITZ, N. J. 1992-2008 The Families of Flowring Plants Distributions, Illustrations, Identification, and Information Retrieval. Versão 25 de novembro 2008. <http://delta-infkey.com>. 2008.

WICKERT, W. Q. *Contribuição ao Estudo de Paleontologia da Bacia de Taubaté, Estado de São Paulo*. (Dissertação de Mestrado), Instituto de Geociências , UFRJ. 1974

WIKSTROM, N., SAVOLAINEN, V.; CHASE, M. W. Evolution of angiosperms: Calibrating the family tree. *Proceedings of the Royal Society*, Series B 268 p.2211-2220 2001.

WILF, P. When are Leaves Good Thermometers? A New Case for Leaf Margin Analysis. *Paleobiology*, n3, v.23, p373-390. 1997.

WILF, P.; WING, S. L.; GREENWOOD, D. R.; GREENWOOD, C. L.; Using Fossil Leaves as Paleoprecipitation Indicators: An Eocene Example. *Geology*, n.3, v.26, p.203-205. 1998.

WILLIS, K. J.; McELWAIN, J. C. *The Evolution of Plants*. Oxford, Oxford University Press, 2002, 378p.

WILMANN, M. C.; MANCHESTER, S. R.; DLCHER, D. L.; HINOJOSA, L. F.; WHEELER, E. A.; Estimation of Temperature and Precipitation from Morphological Characters of Dicotyledonous Leaves. *American Journal of Botany*, n.85, v.12, p.1796-1802. 1998.

WING, S. L.; HARRINGTON, G. J.; SMITH, F. A.; BLOCH, J. I.; BOYER, D. M.; FREMAN, K. H. Transient floral change and rapid global warming at the Paleocene-Eocene boundary. *Science* v.310, p. 993-996. 2005

WOJCIECHOWSKI, M. F.; MAHN, J.; JONES, B. *Fabaceae. Legumes* in the of live web project, 2006

WOLFE, J. A. ; A Paleobotanical Interpretation of Tertiary Climates in the Northern Hemisphere. *American Scientist*, v.66, p. 694-703. 1978.

WOLFE, J. A. Distribution of major vegetational types during the Tertiary, in *The Carbon Cycle and Atmospheric CO<sub>2</sub>: Natural Variations Archean to Present*, E. T. Sundquist and W. S. Broecker, eds. *American Geophysical Union Monograph*, n. 32, p. 357-375, 1985.

WOLFE, J. A.: Paleobotanical evidence for a marked temperature increase following the Cretaceous/Tertiary boundary. *Nature* v. 343, n. 6254, p.153 – 156,1990.

WOLFE, J. A.: A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages. *U. S. Geological Survey Professional Paper*, n. 2040, p. 71, 1993.

WOLFE, J. A. , Paleoclimatic estimates Tertiary leaf Assemblages. *Annu. Rev. Earth Planet science*, v. 23, 119-142, 1995

WOLFE, J. A.; DOYLE, J. A.; PAGE, V. M. The Base of Angiosperm Phylogeny: Paleobotany. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 62 n°3, p. 801 – 824, 1975.

WOLFE, J. A.; UPCHUCH, R. G.; Leaf Assemblages across the Cretaceous-Tertiary Boundary in the Raton Basin, New Mexico and Colorado. *National Academy of Science of the United States of America*, v.48, n 15, p. 5096 – 5100, 1987.

WOODWARD, A. S. Consideração Sobre Alguns Peixes Terciários do Schisto de Taubaté, Estado de São Paulo, Brasil. *R. Museu Paulista*, São Paulo, v. 3, p. 63-70 ests. 2 a 4. IG/SP, 1898.

YAMAMOTO, I.T. *Palinologia das bacias tafrogênicas do sudeste (bacias de Taubaté, São Paulo e Resende): Análise bioestratigráfica integrada e interpretação ambiental*. 1995. 217 f. Rio Claro. (Dissertação de Mestrado) IGCE-UNESP, Rio Claro, 1995.

ZACHOS, J.; PAGANI, M.; SLOAN, L.; THOMAS, E.; BILLUPS;K. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65Ma. To Present. *Science*, v. 292, n.5517, p.686-693. 2001

ZALAN, P. V.; OLIVEIRA, J. A. B. Origem e Evolução Estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil, *Boletim Geociências Perobrás*, Rio de Janeiro, v13, n2, p. 269-300, 2005.

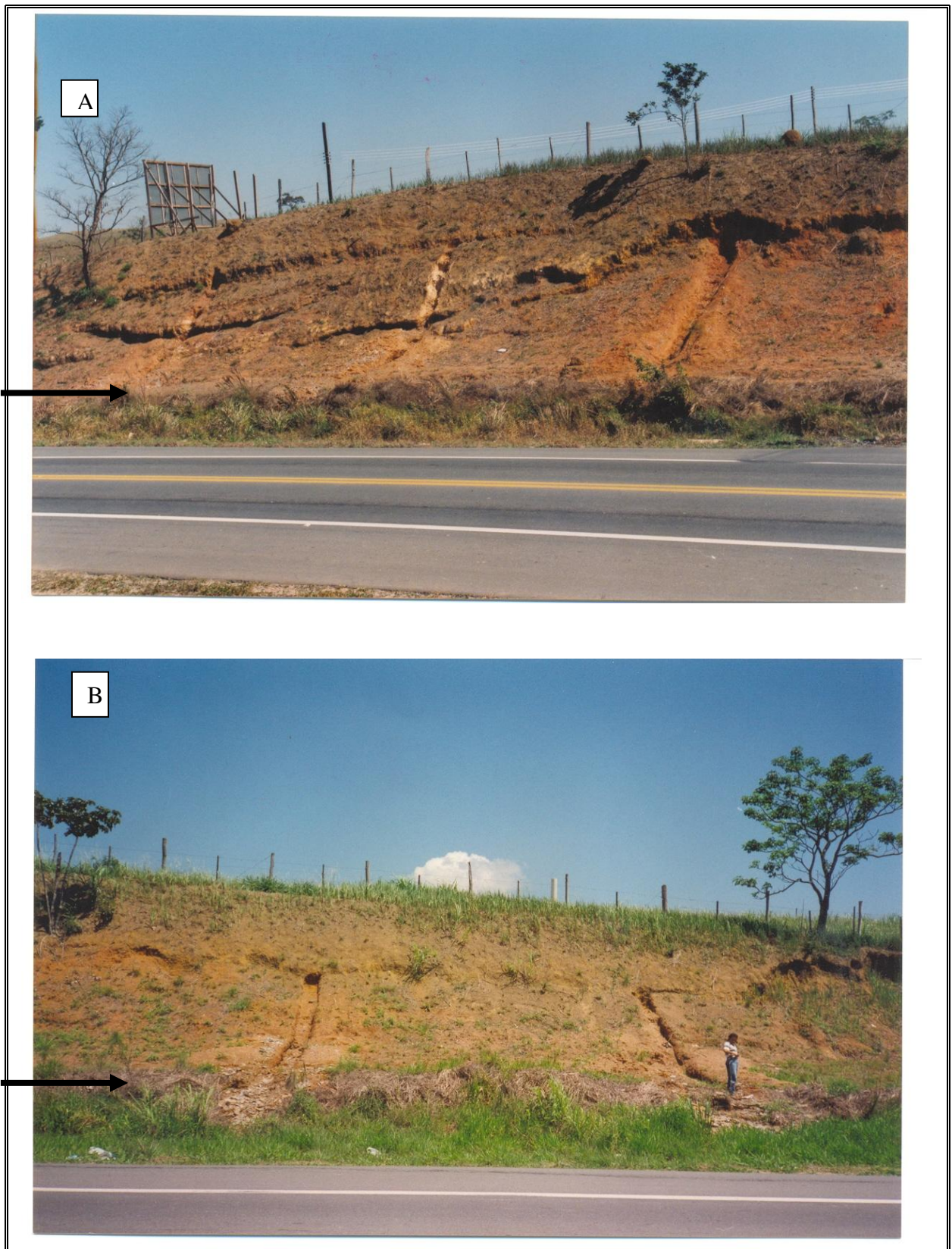
ZEI, M. M.; L'ictiofauna degli scisti lignitici de Tremembé e di Taubaté (Stato di San Paolo, Brazile). *R. Acad. Sci. Fis. Mat. Soc. Naz.Sci. Letr. Arti*;Napolí, v. 37, n.4, p.70-87, 14 ests. 1970.



## **ESTAMPA I**

Figuras A e B - Jazigo fossilífero do km 11 da rodovia SP 123 Quiririm- Campos do Jordão (rodovia Floriano Rodrigues Pinheiro), no município de Taubaté (SP), as setas indicam o nível em que foram coletados os fitofósseis.

**ESTAMPA I**



## **ESTAMPA II**

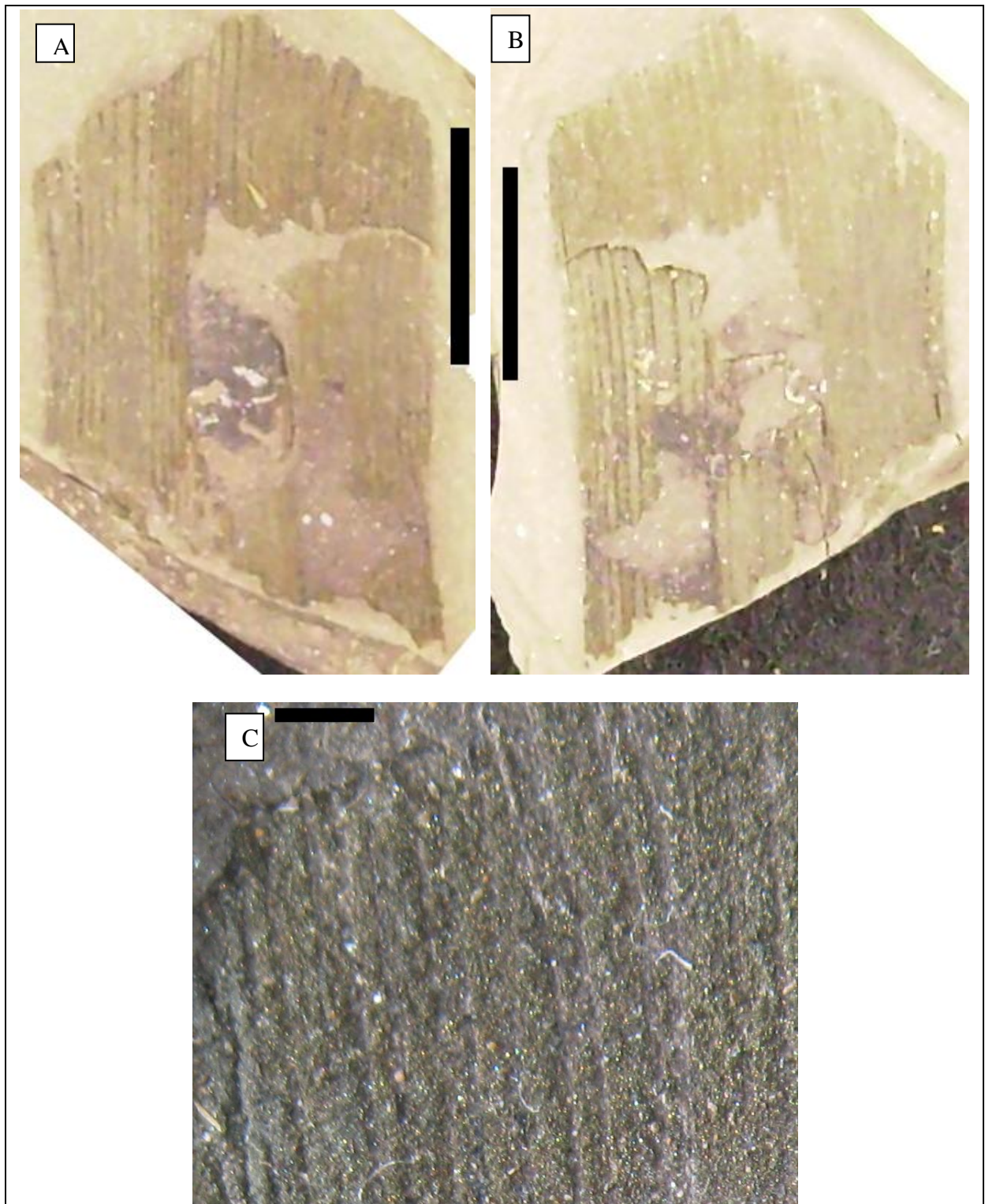
A – Amostra UnG TC 408a escala 1 cm.

B – Amostra UnG TC 408b escala 1 cm.

C – Detalhe do lado superior esquerdo da amostra UnG TC 408<sup>a</sup> destacando o processo de fossilização com piritização. Escala 1 mm.



## ESTAMPA II



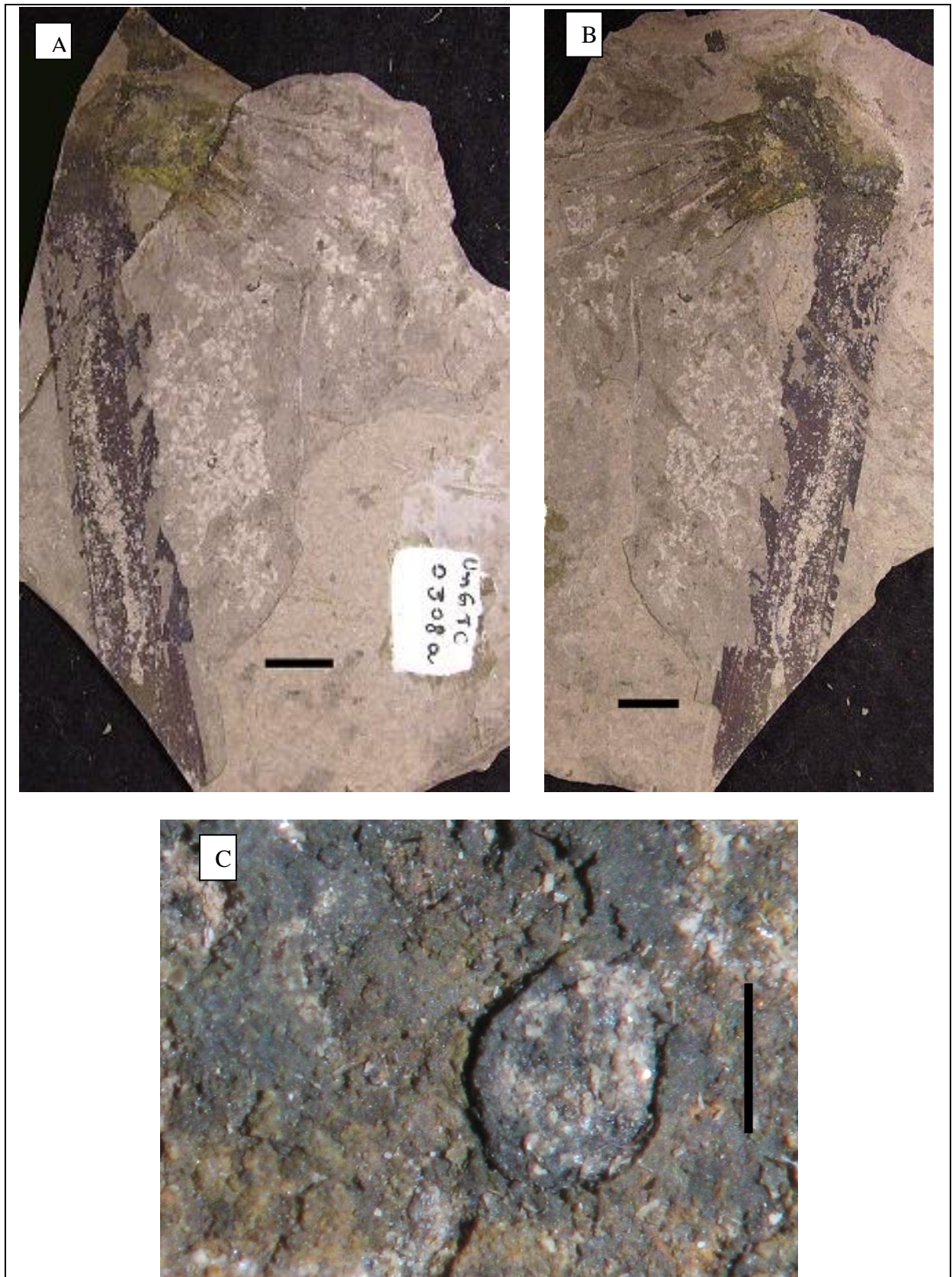
### **ESTAMPA III**

A – Amostra UnG TC 308a escala 1 cm.

B – Amostra UnG TC 308b escala 1 cm.

C – Detalhe do corpúsculo arredondado presente no interior do receptáculo cônico da amostra UnG TC 308a. Escala 1 mm.

### ESTAMPA III



## ESTAMPA IV

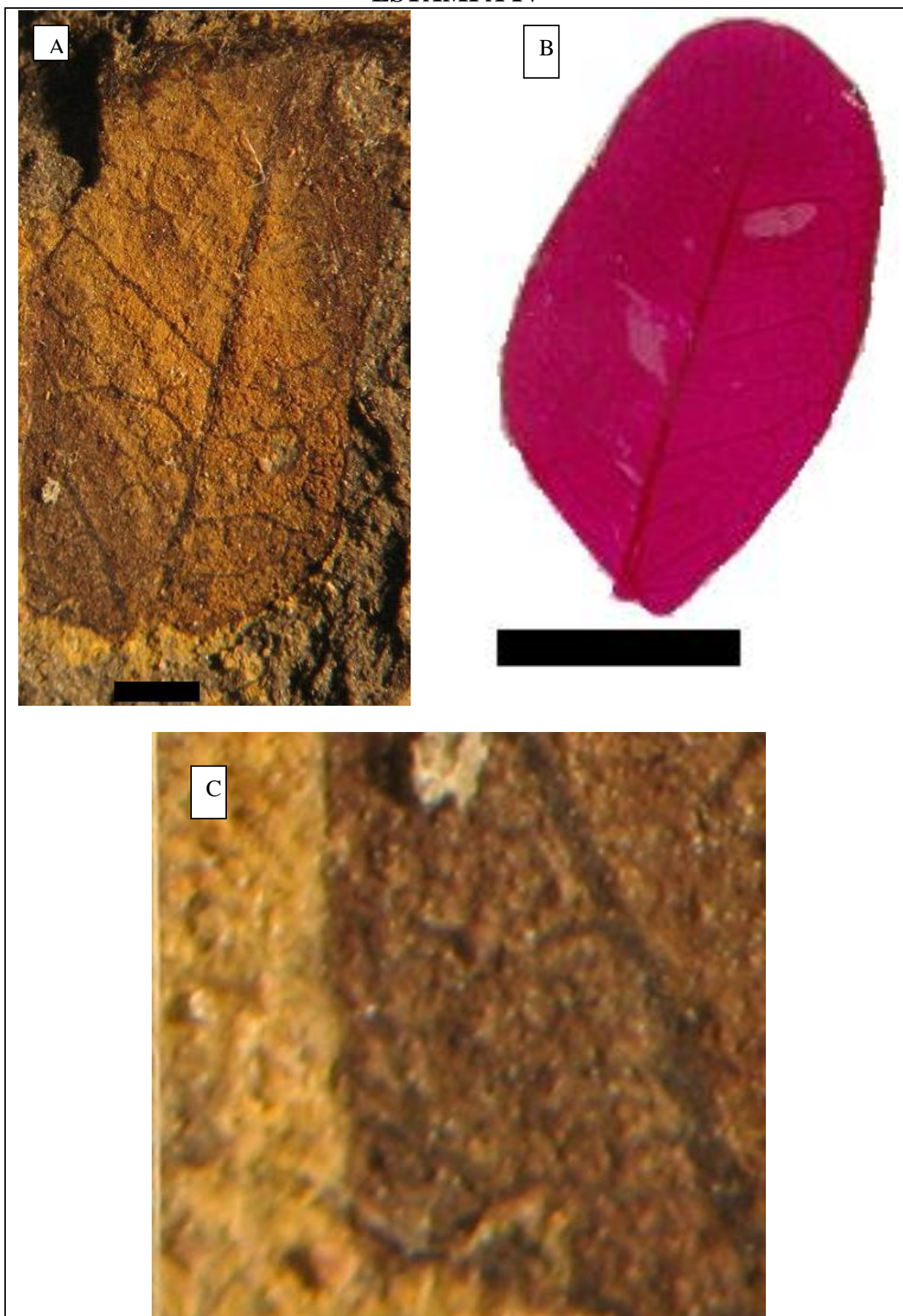
A – Amostra UnG TC 600 escala 1 mm. *Caesalpinia cf. Caesalpinia echinataformis*

B – Amostra UnG 51b escala 1 cm. folha clarificada de *Caesalpinia echinata*.

C – Detalhe no fóssil do padrão de venação secundária bróquidódroma festonada.



**ESTAMPA IV**





## ESTAMPA V

A- *Cassia mezzalirae* escala 0,5 cm amostra UnG TC 613

B- *Cassia suguioi* escala 1 cm (barra) amostra UnG TC 877

**ESTAMPA V**



## ESTAMPA VI

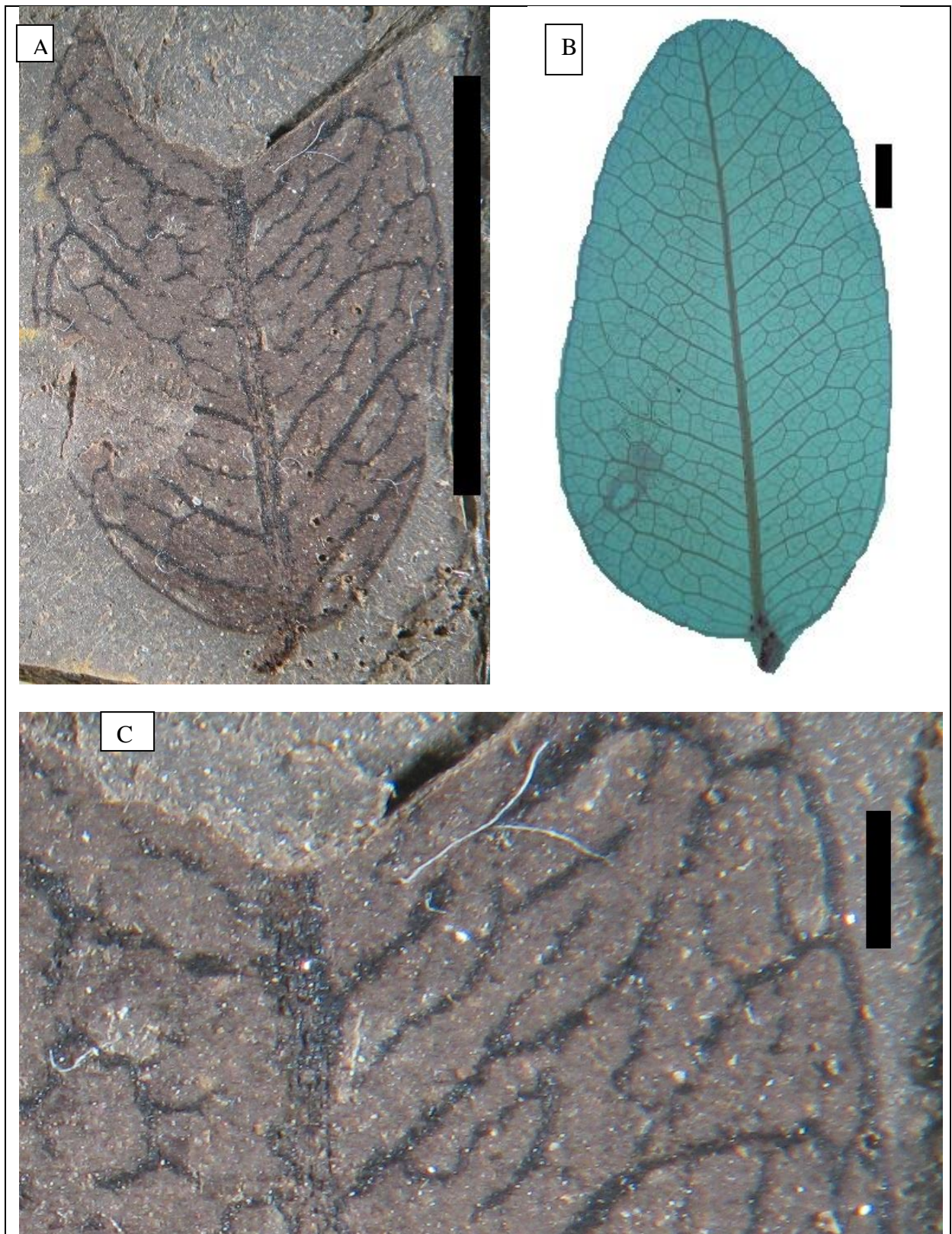
A- *Copaifera leliae* GP3E7115b escala 1cm

B- *Copaifera langsdorfii* clarificada para comparação escala 1mm

C- Detalhe da venação no espécime fóssil, escala 1mm



**ESTAMPA VI**



## ESTAMPA VII

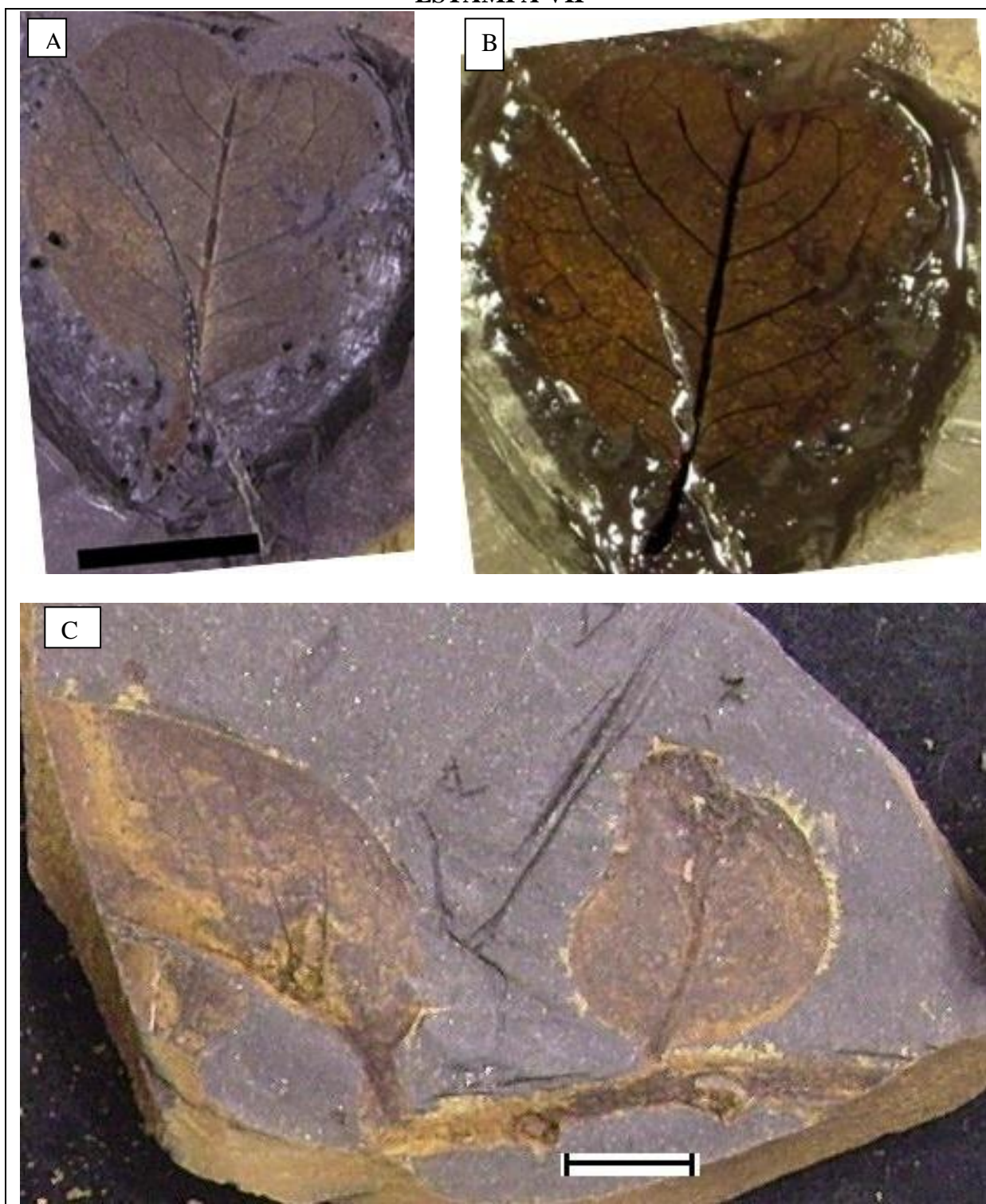
A- *Stryphnodendron juditeae* amostra UnG TC 611

B- *Stryphnodendron juditeae*

C- *Stryphnodendron juditeae*



**ESTAMPA VII**



ESTAMPA VIII

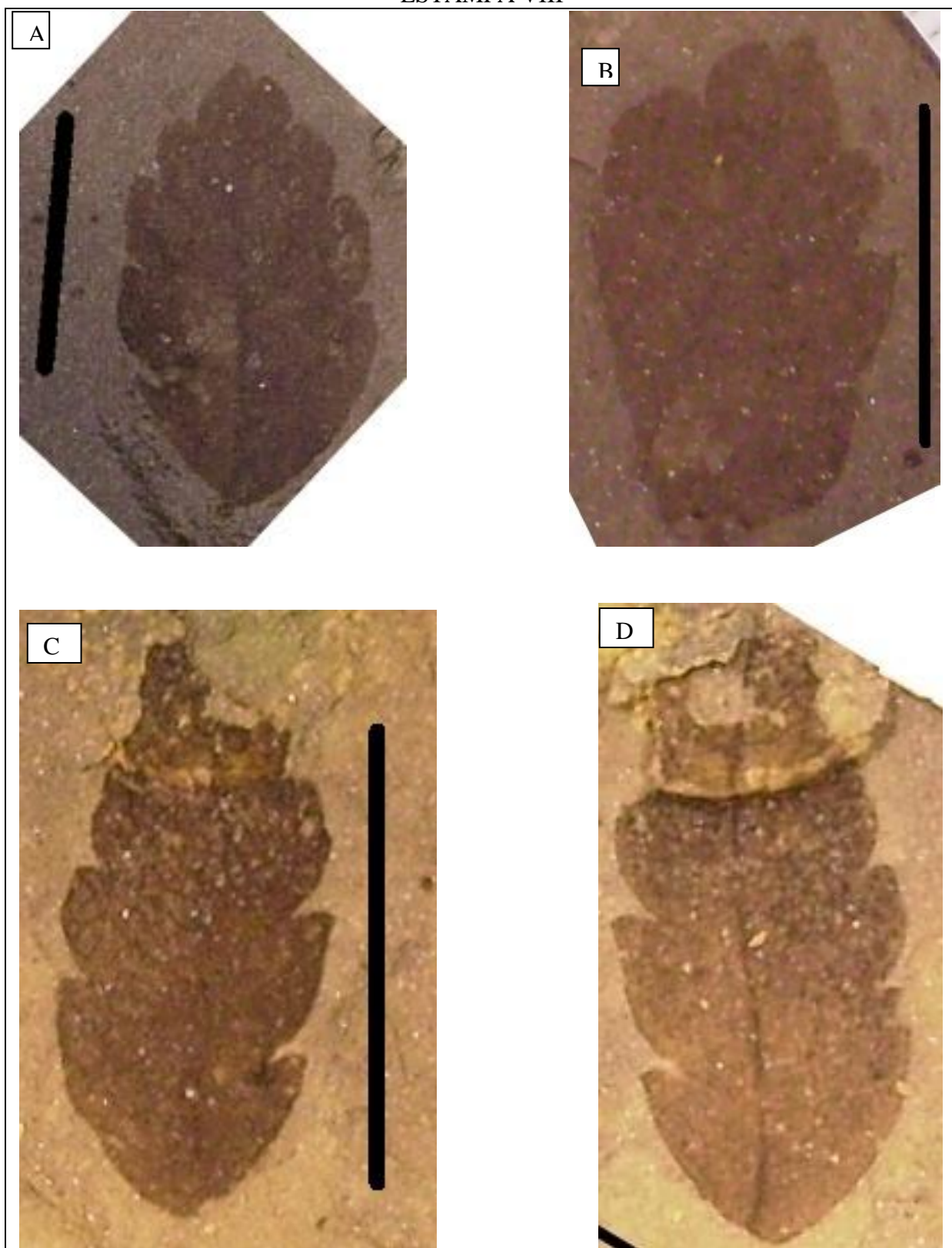
A *Serjania itaquaquecetubensis* – amostra GP3E6256 escala 0,5 cm

B - *Serjania itaquaquecetubensis* amostra GP3E6257

C - *Serjania lancifolia* amostra GP3E6503a escala 1 cm

D- *Serjania lancifolia* GP3E6503b

ESTAMPA VIII





ESTAMPA IX

A - *Allophylus* sp.amostra UnG TC 513 Escala 1cm

B - *Allophylus* sp.amostra UnG TC 513 tratado com óleo vegetal para melhor visualização das estruturas Escala 1cm

ESTAMPA IX

